

*Maria Cristina Borges Da Silva*



*Curitiba-PR*

*2001*

MARIA CRISTINA BORGES DA SILVA

AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO  
NHUNDIAQUARA -PR

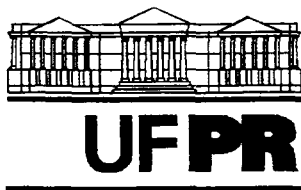
Dissertação apresentada ao Curso de Pós –  
Graduação em Agronomia Setor de  
Ciências do Solo da Universidade Federal  
do Paraná, como requisito parcial à  
obtenção do Grau e Título de “Mestre em  
Ciências do Solo”.

Orientador: Dr.Luiz Eduardo Mantovani

CURITIBA

2001





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO) e  
MONITORAMENTO, MODELAGEM E GESTÃO AMBIENTAL(DOUTORADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648  
E-mail: [pgcisol@agrarias.ufpr.br](mailto:pgcisol@agrarias.ufpr.br)

## P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **MARIA CRISTINA BORGES DA SILVA**, com o título: **"Avaliação da fragilidade ambiental da Bacia do Rio Nhundiaquara-PR"**, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação, com o conceito **"A"**, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 31 de outubro de 2001.

Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani, Presidente.

Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha, Iº Examinador.

Prof. Dr. André Virmond Lima Bittencourt, IIº Examinador.



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**MARIA CRISTINA BORGES DA SILVA**

### **AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA - PARANÁ**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Agronomia do Setor Ciências do Solo da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos professores:

Orientador :ProfºDr. Luiz Eduardo Mantovani

Setor de Ciências da Terra (Departamento de Geologia)

ProfºDr. Hélio Olympio da Rocha

Setor de Ciências Agrárias (Departamento de Solos e Engenharia  
Agrícola)

ProfºDr. André Virmond Lima Bittencourt

Setor de Ciências da Terra (Departamento de Geologia)

ProfºDr.Eduardo Felga Gobbi

Setor de Tecnologia (Departamento de Transporte)

Curitiba, 31 de outubro de 2001



## *DEDICATÓRIA*

*Dedico este trabalho aos meus filhos que são a razão de cada conquista em minha vida.*

## Agradecimentos

Este Trabalho é fruto de muita dedicação, perseverança e otimismo. Concluí-lo não foi tarefa fácil, em muitos momentos tive dúvidas de poder chegar a seu final. Inúmeras dificuldades foram preciso superar, tanto de ordem pessoal como institucional.

No entanto, concluir o trabalho só foi possível com a ajuda inestimável de muitas pessoas amigas, que próximas ou não se fizeram presentes o tempo todo. E aos amigos e familiares que colaboraram mais diretamente.

### Agradecimentos institucionais

Durante a pesquisa foram feitos vários contatos com muitos órgãos aos quais, cabem aqui alguns agradecimentos especiais.

À **Petrobrás - Dutos-Sul de Paranaguá**, pelo carinho e respeito demonstrado por todos os funcionários, e especialmente ao Sr. Luis Vicente Maurea Ferreira da Costa, que ao ser procurado, prontamente encaminhou-me ao coordenador de operações Sr. Jorge Haro, que juntamente com o Sr Jairo K. Nobre, Técnico de Segurança e equipe, gentilmente, cederam e nos conduziram a um barco e a um vôo de helicóptero para reconhecimento da área e demarcação de pontos com GPS, o que teria sido impossível sem este apoio logístico.

Ao pessoal da **Defesa Civil**, em especial ao Major Sérgio Gonçalves, pelas valiosas informações, trocas de idéias e apoio ao trabalho.

Ao pessoal da **Polícia Florestal**, em especial ao Comandante Hávilla, ao **Corpo de Bombeiros de Paranaguá** na pessoa do Sr. Capitão Luiz H. Pombo do Nascimento e Sr. Sargento Itamar, à **Prefeitura de Morretes** em especial ao Prefeito Sr. Helder Teófilo dos Santos, que gentilmente apoiou o trabalho e se dispôs a colaborar de todas as formas, destacando a grande importância para o município, de trabalhos como este.

À **SEMA** e ao **IAP** pelas informações e materiais cedidos e de vários funcionários de vários departamentos que sempre estiveram prontos a ajudar, em especial ao Sr. Bolicenha, Sr. Satiro e Sr<sup>a</sup>. Luiza Antônia do DIBAP que nos



receberam prontamente para entrevistas e informações importantes. Agradecimento especial a Sr<sup>a</sup> Elizabeth M. Denega, e a todos os funcionários do laboratório de Geoprocessamento do IAP, ao Sr. Ivair e aos funcionários do laboratório de Geoprocessamento da SEMA, especialmente ao Sr. Claudinei Taborda da Silveira . Ao Daniel Saavedra Alvarado, pela importante ajuda e discussões na elaboração dos mapas. Aos funcionários do IAP em Morretes; Sr. Lhotário Hoest e Sr. José Fernando da Silva, que nos ajudaram muito com informações valiosas e sobretudo nos trabalhos de campos em áreas de difícil acesso.

Ao Grupo **COSMOS** – resgate em Montanha, na pessoa do Sr. Ernesto G. Figueira pelo apoio ao trabalho.

Ao **IPARDES**, especialmente aos funcionários do laboratório de Geoprocessamento, pelo recorte do mapa digital de Unidades Ambientais.

A **Defensoria Pública do Meio Ambiente** na pessoa do Sr. Promotor Saint Clair Honorato, que nos recebeu para alguns esclarecimentos valiosos .

A **ECO VIA**, na pessoa do Sr. Humberto S. Gomes e Joaquim Fagundes, e vários funcionários, que nos cederam vasto material para pesquisa, além de nos receber para vários esclarecimentos fundamentais para a conclusão do trabalho. Ao NIMAD da UFPR pelo conjunto de dados e informações geradas pelo projeto litoral que contribuíram na execução do presente trabalho.

Aos professores da pós-graduação do Setor de Ciências do Solos, e especial agradecimento ao meu orientador Dr. Luiz Eduardo Mantovani.

## SUMÁRIO

Termo de Aprovação .....	iii
Dedicatória .....	iv
Agradecimentos .....	v
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Figuras .....	xii
Lista de Gráficos .....	xiv
Lista de Quadros .....	xiv
Resumo .....	xv
<i>Abstract</i> .....	xvi
 <b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	 1
<b>2 - OBJETIVO</b> .....	5
2.1 - OBJETIVO GERAL .....	5
2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>3 - REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	6
3.1 - DESENVOLVIMENTO E CONSTITUIÇÃO .....	8
3.1.2 - Desenvolvimento regional e local .....	11
3.1.3 - Planejamento da paisagem .....	14
3.1.4 - Áreas de conhecimento relevante à análise ambiental .....	18
3.2 - EVOLUÇÃO DAS CONCEPÇÕES RELATIVAS A ANÁLISE AMBIENTAL RELATIVA AO RELEVO .....	21
3.2.1 - Procedimentos utilizados p/ avaliação Ambiental .....	25
3.2.2 - A Bacia Hidrográfica como unidade de estudo .....	30
3.3 - DINÂMICAS AMBIENTAIS .....	33
<b>4.0 - CARACTERÍSTICAS GERAIS</b> .....	45
4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO PARANAENSE .....	45
4.1.1 - Caracterização da Bacia Litorânea .....	45
4.1.2 - Caracterização da Bacia do Nhundiaquara .....	46
4.1.3 - Caracterização o município de Morretes .....	47
4.1.4 - Aspectos históricos .....	48
4.1.5 - Caracterização da Floresta Atlântica .....	52
4.2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E ELEMENTOS DA PAISAGEM .....	56
4.2.1 - Clima .....	56
4.2.1.1 - Pressão Atmosférica e Ventos .....	59
4.2.1.2 - Precipitação Temperaturas e Umidade do ar .....	61
4.2.2 – Geologia .....	65
4.2.2.1 – Litologias Dominantes .....	65
4.2.2.2 - Estruturas Geológicas Regionais .....	66
4.2.3 – Solos .....	66
4.2.4 - Relevo .....	71
4.2.4.1 - As Unidades Ambientais Naturais .....	78
4.2.4.1.1 - Sub-região montanhosa .....	78
4.2.4.1.1.1 - Áreas Colúviais da sub-região montanhosa .....	80



4.2.4.1.2 - Sub-região das Planícies Litorâneas.....	81
4.2.4.1.2.1 - As Unidades Ambientais Morros e Colinas.....	81
4.2.4.1.2.2 - Unidades Ambientais Mangues e Planícies de Restinga.....	82
4.2.4.1.3 - Sub-região de Planaltos.....	82
4.2.4.1.3.1 - Unidades Ambientais Planalto ondulado e dissecado.....	82
4.2.5 - Vegetação.....	85
4.2.5.1 - Vegetação identificada na Bacia do Rio Nhundiaquara.....	85
4.2.6 - Hidrografia e Qualidade da Água.....	91
4.2.6.1 - Hidrografia.....	91
4.2.6.2 - Qualidade das águas.....	97
4.2.7 - Aspectos Geológico – Geotécnico envolvendo corte em rocha e o traçado das rodovias que cortam a área de estudo.....	108
4.2.7.1- Problemas Geotécnicos Principais.....	111
4.2.7.1.1 - Quedas e Tombamentos de Blocos e Lascas.....	111
4.2.7.1.2 - Escorregamentos Circular em Solos Residuais e Coluvionares.....	114
4.2.7.1.3 - Escorregamentos Lentos (rastejos) dos Depósitos de Tálus e Solo Residual.....	116
4.2.7.1.4 - Diagnóstico Geotécnico.....	117
4.2.7.1.5 - Hierarquização do Diagnóstico.....	120
4.2.7.1.6 - Determinação de Parâmetros de Decisão.....	124
4.2.7.1.7 - Determinação de Correlação para Previsão de Deslizamentos.....	126
4.2.8 - Aspectos do Uso da Terra na Bacia do Rio Nhundiaquara.....	128
<b>5.-MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>133</b>
5.1- FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA.....	133
5.2 - MAPEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA...135	
5.2.1 - Métodos Utilizados para o mapeamento.....	135
5.3 - PROCEDIMENTOS DE GEOPROCESSAMENTO COM USO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE IMAGENS.....	144
5.4 - CARTAS TEMÁTICAS GERADAS.....	146
5.5 - FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	149
5.5.1 - As cartas resultantes da Integração de dados.....	150
5.5.2 - Matrizes de correlação.....	151
5.5.3 - As Cartas de Fragilidade Potencial Emergente do Meio Físico.....	151
5.5.3.1- Matriz de correlação para obtenção da fragilidade potencial e emergente.....	152
5.5.4 - Susceptibilidade a Risco Geológico.....	155
5.5.4.1 - A carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos.....	156
5.5.4.2 - A Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.....	157
5.5.5 - A Carta de Classes de Fragilidade de Uso da Terra.....	159
5.6 - LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	160
<b>6 - OS ACONTECIMENTOS.....</b>	<b>161</b>
<b>7 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>174</b>
7.1 - AS CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DO MEIO FÍSICO.....	174
7.1.1 - A Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico.....	174

7.1.2 - A Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico.....	176
7.2 - AS CARTAS DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE A RISCOS GEOLÓGICOS.....	178
7.2.1 - A Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos.....	178
7.2.2 - A Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.....	181
7.3 - A CARTA DE GRAUS DE FRAGILIDADE DO USO DA TERRA.....	181
7.4 - DISCUSSÕES.....	189
<b>8 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>191</b>
<b>9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>194</b>



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MUNICÍPIOS CONTIDOS NA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA.....	47
TABELA 2 – DADOS CLIMÁTICOS.....	60
TABELA 3 - RESUMO DA CARTA DE SOLOS EM PERCENTUAIS.....	66
TABELA 4 - RESUMO DA CARTA DE SOLOS EM PERCENTUAIS.....	68
TABELA 5 - CLASSES DE RELEVO, ÁREA E PERCENTAGEM DE CADA CLASSE, COM GRAU DE LIMITAÇÃO À AGRICULTURA, COM BASE A SUSCEPTIBILIDADE A EROSÃO E AO IMPEDIMENTO À MECANIZAÇÃO.....	76
TABELA 6 - ÁREA E PERCENTAGEM SOBRE ÁREA TOTAL DA BACIA DAS SUB-REGIÕES E DAS UNIDADES AMBIENTAIS OCORRENTES NA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA.....	78
TABELA 7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	104
TABELA 8 - TIPOS DE OCORRÊNCIAS GEOTÉCNICAS.....	118
TABELA 9 - NÍVEL DE RISCO.....	120
TABELA 10 - CONDICIONANTES DE RISCO.....	121
TABELA 11 - FAIXAS DE PARÂMETROS DE DECISÃO.....	124
TABELA 12 - NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES POR RODOVIAS.....	125
TABELA 13 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O CRUZAMENTO DE MAPAS TEMÁTICOS PELA CLASSE MAIS ALTA.....	149
TABELA 14 - GRAU DE PROTEÇÃO DO SOLO POR COBERTURA VEGETAL.....	151
TABELA 15 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA USO DA TERRA.....	152
TABELA 16 - CLASSES DE FRAGILIDADE POR TIPOS DE SOLOS.....	152
TABELA 17 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 1º CRUZAMENTO FRAGILIDADE POTENCIAL-RELEVO X SOLOS.....	153
TABELA 18 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 2º CRUZAMENTO FRAGILIDADE EMERGENTE - FRAGILIDADE POTENCIAL X USO DA TERRA.....	155
TABELA 19 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 3º CRUZAMENTO SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCO GEOLÓGICO RELEVO (DECLIVIDADE) X GEOLOGIA.....	157
TABELA 20 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 4º CRUZAMENTO SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE – USO DA TERRA X SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL.....	158
TABELA 21 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE USO DA TERRA UTILIZADA PARA OBTENÇÃO DE SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE.....	158
TABELA 22 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 5º CRUZAMENTO DAS UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS X USO DO SOLO.....	159
TABELA 23 - OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL - MORRETES NO ANO 2000.....	162

TABELA 24 - OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BTPFL EM JANEIRO 2001 – MORRETES.....	163
TABELA 25 - CLASSES DE SOLOS (TIPOS)/FRAGILIDADE.....	174
TABELA 26 - CLASSES DE DECLIVIDADE / FRAGILIDADE.....	175
TABELA 27 - CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL.....	175
TABELA 28 - QUANTIFICAÇÃO DO USO DA TERRA EM OCORRÊNCIAS E PORCENTAGEM.....	176
TABELA 29 - CLASSES DE GRAUS DE PROTEÇÃO POR COBERTURA VEGETAL E DE USO DA TERRA.....	177
TABELA 30 - CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE DO MEIO FÍSICO.....	177
TABELA 31 - FEIÇÕES GEOLÓGICAS EM PORCENTAGEM QUE CONSTAM NA CARTA GEOLÓGICA.....	178
TABELA 32 - CLASSES - SUSCEPTIBILIDADE A RISCOS GEOLÓGICOS.....	179
TABELA 33 - CLASSES DE DECLIVIDADE PARA GEOLOGIA.....	180
TABELA 34 - CLASSES DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCOS GEOLÓGICOS.....	180
TABELA 35 - CLASSES DE SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE A RISCOS GEOLÓGICOS.....	181
TABELA 36 - CLASSES DE FRAGILIDADE DAS UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS.....	182
TABELA 37 - CLASSES DE GRAUS DE FRAGILIDADE DE USO DA TERRA.....	183

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	46
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA.....	47
FIGURA 3 - CARTA PLANIALTIMÉTRICA.....	54
FIGURA 4 - CARTA IMAGEM DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA.....	55
FIGURA 5 - IMAGEM EXPOSIÇÃO 3D.....	64
FIGURA 6 - CARTA GEOLÓGICA.....	69
FIGURA 7 – CARTA DE SOLOS.....	70
FIGURA 8 - CARTA HIPSOMÉTRICA.....	72
FIGURA 9 - IMAGEM 3D CLASSES DE ALTITUDES.....	73
FIGURA 10 - CARTA CLIOGRÁFICA.....	77
FIGURA 11 - CARTA DE UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS.....	84
FIGURA 12 - CARTA HIDROGRÁFICA.....	95
FIGURA 13 - ASPECTOS DA FOZ DO RIO NHUNDIAQUARA.....	96
FIGURA 14 - ASPECTO DO RIO NHUNDIAQUARA PORTO DE CIMA.....	96
FIGURA 15 - PONTE PORTO DE CIMA LOCAL TURÍSTICO.....	105
FIGURA 16 - ASPECTOS DO LIXÃO JUNTO AO LOTEAMENTO SESMARIA.....	106
FIGURA 17 - ASPECTOS DA ÁGUA DOS POÇOS, CONSUMIDA PELOS MORADORES DO LOTEAMENTO SESMARIA.....	106
FIGURA 18 - PADRÃO DAS RESIDÊNCIAS DO LOTEAMENTO SESMARIA.....	107
FIGURA 19 - ASPECTO DA MORFOLOGIA DA SERRA DO MARUMBI.....	109
FIGURA 20 - ASPECTOS DA MORFOLOGIA DA SERRA DO MAR .....	110
FIGURA 21 - CICATRIZ DE QUEDAS DE BLOCOS, RESULTANTE DE FRATURAS SUB - VERTICAIS.....	112
FIGURA 22 - MAIOR SEGMENTO DA RODOVIA COM GRANDE INCIDÊNCIA DE CORTES EM ROCHAS.....	113
FIGURA 23 - AGLOMERAÇÃO DE BLOCOS INSTÁVEIS .....	113
FIGURA 24 - PRINCIPAL CORTE DA ROCHA GNAISSICA .....	114
FIGURA 25 - CORTE COM RUPTURA CIRCULAR EM SOLO RESIDUA.....	115
FIGURA 26 - RUPTURA CIRCULAR EM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE.....	115
FIGURA 27 - TALUDE SOFRENDO “RASTEJO”.....	116
FIGURA 28 - MORRO DE CONTRAFORTE PARA CONTER DEPOSITO DE TALUS.....	117
FIGURA 29 - CARTA DO USO DA TERRA.....	132
FIGURA 30 - DESCARRILAMENTO DA COMPOSIÇÃO FÉRREA PERTENCENTE À CONCESSIONÁRIA ALL.....	165
FIGURA 31 - ASPECTO DA LOCOMOTIVA QUE PROVOCOU O VAZAMENTO DE APROXIMADAMENTE 4000 MIL LITROS DE ÓLEO.....	165
FIGURA 32 - BÓIAS DE CONTENÇÃO DE ÓLEO.....	167
FIGURA 33 - BARRIS DE ÓLEO RETIRADOS DO RIO SAGRADO .....	167

FIGURA 34 - ASPECTO DA MARGEM DO RIO SAGRADO COM ÓLEO SENDO ABSORVIDO PELO SOLO.....	168
FIGURA 35 - LOCAL ONDE OCORREU ROMPIMENTO DO DUTO, CÓRREGO PRÓXIMO AO RIO DO MEIO.....	168
FIGURA 36 - ASPECTOS DO MANGUE.....	170
FIGURA 37 - ASPECTOS DOS BAIXIOS.....	170
FIGURA 38 - O RIO SAGRADO QUANDO SE ENCONTRA COM O NHUNDIAQUARA.....	171
FIGURA 39 - BÓIAS DE CONTENÇÃO NO RIO SAGRADO.....	171
FIGURA 40 - OBRAS DE CONTENÇÃO SOLOS E DRENAGEM.....	172
FIGURA 41 - ASPECTO DO USO DO SOLO NAS PROXIMIDADES, DA ÁREA DO ACIDENTE.....	172
FIGURA 42 - ASPECTOS DA ÁGUA CRISTALINA DO RIO DO MEIO E DO SAGRADO.....	173
FIGURA 43 - CARTA DE FRAGILIDADE POTENCIAL DO MEIO FÍSICO.....	184
FIGURA 44 - CARTA DE FRAGILIDADE EMERGENTE DO MEIO FÍSICO.....	185
FIGURA 45 - CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCOS GEOLÓGICOS.....	186
FIGURA 46 - CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE A RISCOS GEOLÓGICOS.....	187
FIGURA 47 - CARTA DE FRAGILIDADE DE USO DA TERRA.....	188

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PRECIPITAÇÃO MÁXIMA.....	61
GRÁFICO 2 – TEMPERATURA DO AR.....	62
GRÁFICO 3 – TEMPERATURA DO AR MÍNIMA ABSOLUTA.....	62
GRÁFICO 4 – OCORRÊNCIAS GEOTÉCNICAS.....	119
GRÁFICO 5 – FLUXO DE VEÍCULOS.....	123
GRÁFICO 6 – DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIAS CONSOLIDADAS POR NÍVEL DE RISCO.....	125
GRÁFICO 7 – DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE PELAS RODOVIAS INTEGRANTES DA CONCESSIONÁRIA ECO VIA.....	126
GRÁFICO 8 – OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BATALHÃO DA POLICIA FLORESTAL NO ANO DE 2001.....	162
GRÁFICO 9 – OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BATALHÃO DA POLICIA FLORESTAL EM JANEIRO DE 2001 MORRETES.....	163

## LISTA DE QUADROS

QUADROS 1 – LOCAIS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	97
QUADROS 2 – FEIÇÕES DIGITALIZADAS.....	143
QUADROS 3 – CLASSES DE DECLIVIDADE.....	143
QUADROS 4 – CARTAS TEMÁTICAS GERADAS.....	146
QUADROS 5 – SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	153
QUADROS 6 – GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	155

## RESUMO

O propósito do presente trabalho foi o de analisar a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Nhundiaquara e cartografar indicadores da dinâmica ambiental, através de vários temas, como: geologia, solos, hidrografia, declividade, hipsometria, geomorfologia e uso da terra, com a preocupação de subsidiar a questão ambiental através de uso do Geoprocessamento.

A Bacia do Rio Nhundiaquara, abrange parte dos Municípios de Morretes, Antonina, Piraquara e Quatro Barras. A escolha da área é decorrente dos problemas enfrentados na região, em função da carência de informações e pesquisas, e da conseqüente dificuldade para os governos municipais de organizarem-se e planejarem adequadamente, o que prejudica a qualidade ambiental e conseqüentemente a qualidade de vida da população. O conhecimento geoambiental circunstanciado segundo bases científicas, poderá vir a fundamentar os planos de desenvolvimento reclamados ou desejados pela comunidade.

O uso dos sistemas computacionais capazes de gerenciar bancos de dados georeferenciados, passa a ser imprescindível e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG, são cada vez mais desenvolvidos para permitir a formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação de alternativas de ação e manejo ambiental. Sua utilização reduz substancialmente o tempo e o custo de elaboração de um plano que envolve mapeamentos.

A bacia estudada, situa-se na vertente oriental da Serra do Mar no Estado do Paraná, sul do Brasil, era intensamente coberta pela Floresta Atlântica, e atualmente assume grande importância no quadro de proteção ambiental por suas funções de reserva da biosfera, mananciais, recursos hídricos, turismo e uso da Terra. A elaboração dos mapas temáticos permitiu a geração, através de cruzamento de dados, de outros produtos finais que possibilitam a análise do meio físico da área, em classes de maior ou menor grau de fragilidade/susceptibilidade, permitindo assim identificar a situação atual em que se encontra a área estudada. Considerando os critérios utilizados, praticamente metade da área apresenta zonas de alta e muito alta fragilidade/susceptibilidade. Isto corresponde de certa forma aos equilíbrios instáveis observados ao longo da bacia do Rio Nhundiaquara. Na pesquisa foram obtidos resultados válidos, mostrando que existem várias formas para utilização dos arquivos digitais, que podem contribuir para o gerenciamento da área, permitindo novas combinações de dados, gerando múltiplas novas possibilidades.

Vale ressaltar que, tanto os governos do Estado do Paraná como o Federal, possuem ampla legislação, importante para a tutela jurídica do meio ambiente. Esses instrumentos regulatórios e econômicos são tarefas permanentes. Juntamente com o princípio político de ações preventivas, a regulamentação ambiental precisa ser constantemente atualizada para incorporar os avanços técnicos e científicos.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to analyse the environmental fragility of hydrographic basin of Nhundiaquara river and to make the cartography which indicate the environmental dynamic through of several themes like geology, soil, hydrography, declivity, hypsometry, geomorphology and land use with a preoccupation to subsidize the environmental issue through Geoprocessing use.

The basin of Nhundiaquara river covers part of the districts of Morretes, Antonina, Piraquara and Quatro Barras. The choice of the area is due to problems which appear in this region. It occurs because lack of information, research and the Municipal Government that has difficulty to organize and to make a suitable plan. The fact is that it can damage the environmental quality of population life. The Knowledge of geo-environment according to scientific bases will be able to found the development plans which are complained and desired by community.

The computer system is essential to manager the data base of geo-reference and the Geographic Information Systems (GIS) are more development to permit to formulate diagnostic, prognoses, assessment alternatives of action and environmental handling. When used it reduces substantially the time and cost of elaboration plan which involves mapping.

The study in this basin is placed in the east slope of "Serra do Mar" in Paraná State, South Brazil. It was intensity covered by the Rain Forest and at present it assumes a great importance into environmental protection due to reserve of the biosphere, fountainhead, hydric resources, tourism and agriculture.

The elaboration of thematic maps permitted to produce through crossing datas about other final products which make possible the analysis the physical mean of the area in classes of higher or lower degree of fragility which permit to identify the present situation about the study of this area. Considering the criterions that were used pratically half of area has zones of high and very high fragility. It corresponds instability of balance which were observed in the basin of Nhundiaquara river.

In research were shown valid results that there are several ways to use the digital files that can contribute to manage of the area with new matching of datas and producing many new possibilities.

Finally, it is important to emphasize that both governments of Paraná State and Federal has a large legislation to environment legal guardianship. These rules and economical instruments are constant tasks, political principles of preventive action and environmental rules need to be to update for adding technical and scientific advancements.



## 1 INTRODUÇÃO

As questões relacionadas ao meio ambiente têm interessado diferentes segmentos da sociedade e apesar da pluralidade de motivações políticas e ideológicas, há uma busca urgente de novas relações entre as comunidades e o planeta, que exigem novos e firmes posicionamentos. Procedimentos inadequados e muitas vezes pouco racionais no uso dos recursos naturais, como, o solo, água, flora, fauna e ar, vêm alterando profundamente os seus diversos ecossistemas, muitas vezes, comprometendo a qualidade de vida.

A Constituição Federal Brasileira de 1988, demonstrou uma grande preocupação com o problema do meio ambiente, determinando princípios essenciais ao desenvolvimento econômico sustentável em termos ambientais do País. E em uma série de parágrafos e itens de vários artigos, a constituição estabelece exigências para atividades econômicas, que causam maiores impactos.

O Programa de Ação “Agenda 21”, elaborado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), também sugere estratégias de desenvolvimento que estejam baseadas em novos resultados de pesquisa, que conduzam à minimização da sobrecarga ambiental e do desgaste dos recursos naturais. Concretamente foram previstos, que as ações de desenvolvimento do conhecimento e das tecnologias, sejam baseadas em levantamentos de dados ambientalmente relevantes e o desenvolvimento dos respectivos dados, nos campos dos recursos naturais e da área social, sejam considerados também, a dependência da saúde humana e o ambiente.

No entanto, apesar de todos os dispositivos constitucionais, a degradação e devastação ambiental em nosso país, são fatos que ocorrem em todas as regiões.

Para BERTONI et.al, (1990), a conservação dos recursos naturais, não é responsabilidade de uns poucos especialistas, técnicos, oficiais ou militares entusiasmados, mas de cada indivíduo, empresa ou organização, devem tomar parte na tarefa da preservação dos recursos que formam a base da economia da Nação.

A ausência de políticas adequadas, quanto ao planejamento dos recursos, tem produzido vários problemas, entre os quais a degradação ambiental. Isso se agrava na maioria das vezes quando os governos cuidam de fatores como; solo, água, flora, etc, separadamente. Esta visão reducionista torna-se mais problemática no momento de tomada de decisões. Ao contrário, para que se faça um bom gerenciamento ambiental de forma integrada, a bacia hidrográfica é atualmente reconhecida mundialmente, como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais.

A exploração florestal extrativista, normalmente com alto potencial de degradação, o crescimento econômico e industrial, acompanhados de expansão demográfica e desemprego, além de outros fatores, têm motivado discussão do desenvolvimento integral e auto sustentável da bacia como unidade de gestão, MOTTA, (1989). Para que ocorra um bom planejamento e gerenciamento dos recursos naturais em uma análise integrada de fatores como o solo, a água e a vegetação, deve-se introduzir a filosofia e técnica de manejo de bacias hidrográficas.

No Estado do Paraná, as bacias litorâneas possuem grande importância no que se refere às reservas de água, bem como, por representarem considerável energia erosiva potencial. BIGARELLA, (1978). Sendo assim, é de extrema importância, não só para os municípios onde estão inseridas, mas também para o Estado do Paraná, dada a importância das heterogeneidades ambientais e sócio-econômicas, que são extremamente marcantes e de grande complexidade espacial.

O município de Morretes, por representar de forma significativa vários processos de mudanças no uso e ocupação das terras, pelos seus importantes aspectos fisiográficos, e por conter a maior parte de uma das significativas bacias hidrográficas do litoral, a bacia do Rio Nhundiaquara, que possui grande importância histórica, social, econômica, turística e de lazer, não só para o município, mas também para o Estado do Paraná, foi escolhida como área de estudo. A Bacia do Rio Nhundiaquara, localizada na Microregião Geográfica do Litoral do Paraná, abrange parte dos Municípios de Morretes, Antonina, Piraquara e Quatro Barras .

A escolha desta bacia, é decorrente dos problemas enfrentados na região, em função da carência de informações e pesquisa, o que dificulta os governos municipais

de organizarem-se e planejarem adequadamente a sua utilização, o que prejudica a qualidade ambiental e consequentemente a qualidade de vida da população.

SILVA,(1997), lembra que a totalidade da região do litoral do Paraná, encontra-se sob alguma forma de proteção ambiental, regulamentada por lei, ou seja através de unidades de conservação de proteção integral, ou unidades de conservação que contém regramento de uso direto de recursos naturais e atividades antrópicas, ou ainda sob regulamentação de uso, a que se convencionou chamar áreas naturais protegidas, tais como Tombamento e ainda as Áreas e Locais de Interesse Turístico. Portanto, quaisquer atividades que utilizem os recursos naturais, devem obedecer às prescrições legais genéricas e específicas. Nas áreas de unidades de conservação, devem ainda contar com a autorização especial do órgão responsável por sua administração.

Diante do exposto, outra questão de grande relevância, é a dificuldade encontrada para ser administrada a questão da 'preservação/conservação'<sup>2</sup> pelos órgãos competentes, ou seja, o controle e fiscalização das áreas de proteção, sejam estas de proteção integral ou de uso regulamentado. Ou ainda dos recursos naturais de modo geral, dentre estes, o solo, a vegetação, os cursos de água entre outros, estejam ou não em áreas protegidas.

Assim, uma metodologia para o diagnóstico da situação real, em que se encontram esses recursos numa determinada área, passa a ser um instrumento necessário para a preservação, visando principalmente, a manutenção dos recursos água, solo e vegetação em bacias hidrográficas. BELTRAME,(1994).

Para que os governos possam planejar o desenvolvimento, é necessário o conhecimento dos recursos naturais disponíveis e, posteriormente, se estabelecer o seu

---

<sup>1</sup> As unidades de conservação são áreas naturais ou semi-naturais sob regime especial de administração, criadas legalmente pelo Poder Público, com localização e limites definidos em cartas geográficas. Podem ser de domínio público ou privado, dependendo do nível de proteção que se quer proporcionar à área. O critério de decisão, do nível de proteção adequado a cada unidade de conservação assenta, tecnicamente, nas características ecológicas da área e economicamente, no recurso necessário para desapropriar e indenizar os proprietários destas terras. Este último, como se pode imaginar, tem sido o determinante na definição do nível de proteção de cada unidade de conservação. IAP (1996)

<sup>2</sup> Na terminologia ambiental, Conservação e Preservação são coisas distintas. Conservação, é definido como o manejo dos recursos naturais em bases sustentável, portanto pressupõe uma utilização dos mesmos. Enquanto que Preservação, é sinônimo de Proteção Integral, não é permitido nenhum tipo de utilização dos recursos naturais. SONDA,(1996)

uso racional, descartando ou controlando atividades que degradem a região. O conhecimento de bases científicas desses recursos, poderá vir a fundamentar os planos de desenvolvimento reclamados ou desejados pela comunidade.

A formação de uma consciência voltada para o desenvolvimento auto-sustentador, é o pressuposto para viabilizar os anseios de uma utilização mais racional dos recursos ambientais, capazes de diminuir as disparidades sociais e espaciais do desenvolvimento geográfico desigual da região.

Assim sendo, toda a pesquisa que vise verificar as condições atuais dos recursos naturais, é de grande valia, e a utilização do Sistema de Informação Geográfico, usado na pesquisa se encaixa nesta perspectiva.

Os fenômenos naturais são de grande complexidade, dificultando estudos para sua compreensão, pela impossibilidade de medir e percorrer todas as suas partes e/ou etapas. Assim, torna-se necessário a utilização de leis empíricas e de hipóteses, o que requer aplicação da modelagem. Qualquer modelo é uma aproximação da realidade, e possui várias vantagens, como: facilidade de execução, baixo custo, rápida obtenção dos resultados, permitindo a simulação de experimentos inviáveis na prática.

Diante da atual conjuntura, surgiu a necessidade de realizar uma pesquisa que reunisse o maior número possível de informações, no sentido de facilitar o entendimento das condições que se encontram à bacia do Rio Nhundiaquara, e analisar a fragilidade e as áreas de riscos e instabilidade ambiental.

A bacia do Nhundiaquara é uma área bastante complexa e heterogênea. Percorrê-la em toda sua extensão, não é tarefa fácil, pois demanda muito tempo, recursos financeiros e logísticos, além de mão de obra qualificada.

Dessa forma, o uso dos sistemas computacionais capazes de gerenciar bancos de dados georeferenciados, passam a ser imprescindíveis e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG, são cada vez mais desenvolvidos para permitir a formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação de alternativas de ação e manejo ambiental. Sua utilização pode reduzir substancialmente o tempo e o custo de elaboração de um plano que envolve mapeamentos.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um trabalho experimental para toda a bacia do rio Nhundiaquara e analisar de forma integrada os dados existentes do meio físico, através do uso de informações digitais para testar a aplicabilidade do Sistema de Informações Geográficas – SIG; gerando produto analítico sobre a fragilidade e risco do meio físico, que identificará a situação atual da Bacia, sua dinâmica ambiental dentro de classes de maior ou menor fragilidade, e riscos ambientais, com a preocupação de subsidiar a questão ambiental da Bacia, através do uso de geoprocessamento.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cartografar indicadores da dinâmica ambiental, da área em estudo, através do uso de equipamentos de geoprocessamento e sensoriamento remoto;
- Operacionalizar os trabalhos, a partir de uma cartografia digital, para poder gerar produtos com o cruzamento destas informações;
- Diagnosticar a fragilidade e o risco ambiental, buscando a integração do meio físico, tomando como parâmetro referencial o relevo, e cruzando-o com os solos, geologia, bem como o uso da terra.
- Gerar produtos síntese/analíticos, que tratem de forma integrada as informações do meio físico.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão busca enfatizar aspectos relevantes para a análise, diagnóstico e ao planejamento ambiental, além de discutir os vários conceitos que envolvem a questão ambiental e que permeiam o agir e o pensar da sociedade.

A palavra desenvolvimento, está associada à idéia de crescimento, aumento, progresso ou estágio econômico, social e político, caracterizado por altos índices de rendimento dos fatores de produção, capital e trabalho. FERREIRA (1986). Após a Segunda Guerra Mundial, as teorias de desenvolvimento divulgadas, retratavam um estreito economicismo, dando idéia de que o crescimento rápido das forças produtivas, desencadeariam um processo completo de desenvolvimento.

Em 1979 e 1980 Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - o PNUMA, realizou uma série de seminários sobre estilos alternativos de desenvolvimento. O Brasil, que na época vivia seus anos de “milagre econômico”, manifestou divergências às propostas dominantes, que já falavam em parada de crescimento e na constituição dos recursos naturais em patrimônio da humanidade.

Nossos enviados ao Painel de Desenvolvimento e Meio Ambientes, em Founex, 1971, declararam então que o compromisso prioritário brasileiro era com o desenvolvimento acelerado e que a recuperação de desequilíbrios ambientais deveria ser responsabilidade do Primeiro Mundo. HERCULANO,(1992).

Esta concepção de “quanto mais melhor”, ao invés de orientar as finalidades de desenvolvimento, concentra-se na instrumentação do aumento da oferta de bens e serviços e não avalia as diferenças qualitativas entre as propostas de desenvolvimento, onde pesam conseqüências, como baixo grau de satisfação das necessidades humanas de grande parte da população, e os custos ambientais são transferidos para a sociedade, pelos processos adotados para o crescimento da produção. A abordagem economicista não atende a perspectiva contemporânea, pois o conceito de desenvolvimento precisa ser alargado ao social e ao cultural, para chegar a um conceito de modo de vida, e mais diretamente a um conceito de projeto de civilização. SACHS,(1986).

Segundo STRONG<sup>3</sup>,

*A Agenda 21 oferece um quadro de referências para as discussões de ações políticas que envolvem autoridades, associações civis e empresas. Os caminhos do ecodesenvolvimento serão necessariamente diversos, fazendo o melhor uso possível da diversidade biológica e cultural dos diferentes ecossistemas e ambientes sociais. Ao mesmo tempo que as ações locais devem ser orientadas pelos interesses globais, é necessário um conjunto de políticas públicas, em níveis nacionais e internacionais para capacitar as comunidades locais, rurais ou urbanas a produzirem suas próprias Agendas 21. (STRONG, 1993, p.9)*

Para vários ambientalistas, “desenvolvimento sustentável” é uma aspiração que requer a determinação de novas prioridades pela sociedade, uma nova ética do comportamento humano e uma recuperação da preferência dos interesses coletivos. “Englobaria um conjunto de mudanças na estrutura de produção e de consumo, invertendo o quadro de degradação ambiental e miséria social a partir de suas causas”<sup>4</sup>.

O processo de desenvolvimento sustentável, deve ser compatível com o ambiente e representa a decisão do uso cauteloso de matérias, recursos de água e energia, da agricultura e florestamento, do espaço e povoamento, da rede de tráfego e comunicações, de atividades de consumo e lazer, e sobre planejamento familiar. FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, (1992).

Será necessário nas próximas décadas, desenvolver uma economia que possa fazer a transição para um desenvolvimento sustentável, o qual é plenamente consistente com uma economia de mercado, que incorpore em cada transação seus custos plenos. Resíduos, poluição ou qualquer outra degradação ambiental, são custos reais, que precisam ser interligados e pagos. O crescimento como o atual, que continua a degradar o ambiente e desgastar os recursos de forma não sustentável, está conduzindo à bancarrota, tanto do ambiente como da economia. STRONG, (1990).

<sup>3</sup> Maurice Strong - Autor do prefácio do livro de Ignacy Sachs - Estratégias de Transição para o Século XXI - 1993 Strong, foi secretário Geral da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

<sup>4</sup> Seminário: A sociedade Brasileira na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento -Rio/92, documento final, Brasília 12 a 14 de setembro de 1991. Citado em Ecologia, Ciência e Política, 1992, Viola, E. et al.



Em países ricos ou pobres, décadas de uso ambiental desregrado e não monitorado, deixaram como resultado grandes áreas degradadas, contaminadas e inadequadas para suportar atividades alternativas rentáveis. A preservação do estoque ambiental e a racionalização do seu uso, estão entre as questões mais relevantes, que indivíduos, sociedade e Estado devem assumir.

Neste sentido, a Declaração do RIO em 1992, conclui que em grande parte do mundo, pobreza, doenças, estagnação econômica, necessidade de educação, infraestrutura, indústrias decadentes e profunda desorientação social, são problemas que planos de desenvolvimento precisam equacionar. Tarefa difícil, como a do desenvolvimento, não pode ser assumida por uma população, cuja necessidade básica e diária de sua maioria, é conseguir alimento suficiente e muitas vezes recuperar-se da subnutrição e da doença. Uma população debilitada e deseducada, não pode competir em uma economia mundial crescente e complexa. Assim, o investimento em capital físico, é um importante aspecto para estimular o crescimento econômico, em desenvolvimento humano, é investimento em competitividade sustentável. O Estado precisa liderar e facilitar um processo, em que seja dada consideração ao direito e justiça social, dentro da estrutura da economia de mercado. A ênfase deve ser dirigida a ações, que promovam o desenvolvimento humano. Educação, serviços básicos de saúde, moradia, bem estar social e justiça, são áreas nas quais a ação governamental é frequentemente necessária e insubstituível.

### 3.1 DESENVOLVIMENTO E CONSTITUIÇÃO

Na Constituição de 1988 da República Federativa do Brasil, dois aspectos fundamentais foram ressaltados, o papel do Estado e as atribuições entre os níveis de governo federal, estadual e municipal. O objetivo foi limitar a ação governamental e fortalecer a iniciativa privada, dos setores da economia e atribuir maiores responsabilidades aos Estados e Municípios, quanto à promoção do seu próprio desenvolvimento. BRASIL (1988).

A Constituição do Estado do Paraná de 1989, em uma série de artigos e parágrafos, também estabelece:

#### CAPÍTULO V Do Meio Ambiente

*Art. 207. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Estado, aos Municípios e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presente e futuras, garantindo-se a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais.*

*§ 1º Cabe ao Poder Público, na forma da lei, para assegurar a efetividade deste direito:*

*I - estabelecer, com a colaboração de representantes de entidades ecológicas, de trabalhadores, de empresários e das universidades, a política estadual do meio ambiente e instituir o sistema respectivo constituído pelos órgãos do Estado, dos Municípios e do Ministério Público;*

*II - atribuir, ao órgão responsável pela coordenação do sistema, a execução e fiscalização da política e a gerência do fundo estadual do meio ambiente;*

*III - determinar que o fundo estadual do meio ambiente receba, além dos recursos orçamentários próprios, o produto das multas por infrações às normas ambientais;*

*IV - instituir as áreas a serem abrangidas por zoneamento ecológico, prevendo as formas de utilização dos recursos naturais e a destinação de áreas de preservação ambiental e de proteção de ecossistemas essenciais;*

*V - exigir a realização de estudo prévio de impacto ambiental para a construção, instalação, reforma, recuperação, ampliação e operação de atividades ou obras potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, do qual se dará publicidade;*

*VI - exigir a análise de risco para o desenvolvimento de pesquisas, difusão e implantação de tecnologia potencialmente perigosa;*

*VII - determinar àquele que explorar recursos minerais a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente;*

*VIII - regulamentar e controlar a produção, a comercialização, as técnicas e os métodos de manejo e utilização das substâncias que comportem risco para a vida e para o meio ambiente, em especial agrotóxicos, biocidas, anabolizantes, produtos nocivos em geral e resíduos nucleares;*

*IX - informar à população sobre os níveis de poluição e situações de risco e desequilíbrio ecológico;*

*X - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;*

*XI - incentivar a solução de problemas comuns relativos ao meio ambiente, mediante celebração de acordos, convênios e consórcios, em especial para a reciclagem de resíduos;*

*XII - promover o controle, especialmente preventivo, das cheias, da erosão urbana, periurbana e rural e a orientação para o uso do solo;*

*XIII - autorizar a exploração dos remanescentes de florestas nativas do Estado somente através de técnicas de manejo, excetuadas as áreas de preservação permanente;*

*XIV - proteger a fauna, em especial as espécies raras e ameaçadas de extinção, vedadas as práticas que coloquem em risco a sua função ecológica ou submetam os animais à crueldade;*

*XV - proteger o patrimônio de reconhecido valor cultural, artístico, histórico, estético, faunístico, paisagístico, arqueológico, turístico, paleontológico, ecológico, espeleológico e científico paranaense, prevendo sua utilização em condições que assegurem a sua conservação;*

*XVI - monitorar atividades utilizadoras de tecnologia nuclear em quaisquer de suas formas, controlando o uso, armazenagem, transporte e destinação de resíduos, garantindo medidas de proteção às populações envolvidas;*

*XVII - estabelecer aos que, de qualquer forma utilizem economicamente matéria-prima florestal, a obrigatoriedade, direta ou indireta, de sua reposição;*

*XVIII - incentivar as atividades privadas de conservação ambiental;*

*XIX - declarar, como área de preservação permanente, o remanescente das matas ciliares dos mananciais de bacias hidrográficas que abasteçam os centros urbanos.*

*§ 2º As condutas e atividades poluidoras ou consideradas lesivas ao meio ambiente, na forma da lei, sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas:*

*I - a obrigação de, além de outras sanções cabíveis, reparar os danos causados;*

*II - a medidas definidas em relação aos resíduos por elas produzidos;*

*III - a cumprir diretrizes estabelecidas por órgão competente.*

*§ 3º A lei disporá especificamente sobre a reposição das matas ciliares.*

*Art. 208. São indisponíveis as terras devolutas ou as arrecadadas pelo Estado, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.*

*Art. 209. Observada a legislação federal pertinente, a construção de centrais termoelétricas e hidrelétricas dependerá de projeto técnico de impacto ambiental e aprovação da Assembléia Legislativa; a de centrais termonucleares, desse projeto, dessa aprovação e de consulta plebiscitária.*

Assim, podemos perceber que o governo do Estado do Paraná, tal como o governo federal, possui uma ampla legislação e uma série de diplomas legais, que são importantes para a tutela jurídica do meio ambiente. Estes instrumentos regulatórios e econômicos, são tarefas permanentes. Juntamente com o princípio político de ações preventivas, a regulamentação ambiental precisa ser constantemente atualizada para incorporar os avanços técnicos e científicos.

### 3.1.2 Desenvolvimento Regional e Local

O planejamento regional, possibilita a integração de um enfoque mais econômico de nível nacional, com o planejamento mais físico dos recursos da terra, tipicamente municipal. No entanto, é na escala municipal que se consegue inicialmente, traduzir uma política de desenvolvimento em sua forma física. RATCLIFFE, (1992).

Planos de desenvolvimento local, devem incorporar propostas para área urbana e rural do município, no entanto, o espaço rural, na maioria das vezes tem sido

negligenciado em seus planos diretores, na medida que estes se preocupam primeiramente com a expansão urbana, ficando em geral uma lacuna, pois o meio rural não é incorporado ao planejamento do desenvolvimento. O propósito do planejamento local, deve ser alcançar um estado satisfatório de prosperidade, bem estar social e econômico, dentro de uma condição ambiental de qualidade elevada, o que em termos gerais não tem sido alcançado.

Um maior entendimento sobre as circunstâncias das condições físicas e sociais, vem sendo necessária e considera-se que a visão sistêmica possa suprir esta condição. A abordagem sistêmica na aplicação do contexto da administração de recursos urbanos e rurais, tem apresentado dificuldades, pela grande quantidade de elementos envolvidos; pois requer uma quantidade muito grande de informações, precisas e atualizadas, nem sempre disponíveis. No entanto, nos últimos anos, a crescente aplicação pela introdução de sistemas computacionais, Sistemas de Informações Geográficas – SIG, vem favorecendo a abordagem sistêmica.

A nível regional, prioridades nacionais são incorporadas, buscando compatibilizar conflitos e interesses, e busca estabelecer projetos de desenvolvimento que incorporem áreas de assentamentos, esquemas de irrigação e drenagem, reflorestamento e áreas de preservação. Preocupa-se também com a necessidade de infra-estrutura, tais como, suprimento de água, malha viária, facilidades de mercado e orientação de manejo, para sistemas melhorados de uso de solos, dentro de uma bacia hidrográfica ou Estado.

O nível de planejamento local, pode compreender uma microbacia hidrográfica, ou um povoado e deveria buscar o conhecimento da comunidade no desenvolvimento do planejamento, no qual as experiências e os conhecimentos locais dos usuários da terra, podem ser mobilizados para identificação das prioridades de desenvolvimento e operacionalização do plano. Os planejamentos do uso da terra, nestes diferentes aspectos, necessitam de informações em diferentes escalas e níveis de generalização, e a maioria destas informações são obtidas através de mapas.

Em geral, não existe uma clara separação entre planejamento do uso da terra e outros aspectos do desenvolvimento, principalmente os sociais, que precisam ser

implantados por diversas agências do Estado, ligadas à agricultura, meio ambiente, extensão rural e outros setores ligados à economia local. FAO, (1993).

³No Paraná, existe o Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEMA, vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, que é um órgão colegiado, criado pelo Decreto Estadual 4605/84, com composição e atribuição definidas pelo Decreto Estadual 2154/96.

O conselho de desenvolvimento Territorial Paranaense – Conselho do Litoral, é responsável pelo disciplinamento do Uso e Ocupação do Solo, nos sete Municípios do Litoral paranaense.

O disciplinamento depende ainda de Anuência Prévia, atividades citadas no Macrozoneamento do Litoral, regulamentado pelo Decreto 5040/89, que estabelece as condições para aproveitamento de toda a área litorânea.

No âmbito do Conselho do Litoral, foram criadas as Câmaras Técnicas de Assessoramento, através das quais, os órgãos Federais e Estaduais de controle do meio ambiente, Universidades e Procuradoria Geral do Estado, participam, juntamente com os técnicos da Secretaria Executiva, da análise dos processos de obras e atividades que apresentem graves impactos ao meio ambiente.

Segundo a legislação em vigor (Leis Estaduais 7978/84, 8289/86, 8485/87 e 11352/96) até a publicação do Decreto 2376, integravam o CEMA, como conselheiros, seis Secretários de Estado e o Procurador Geral, três deputados estaduais, cinco representantes de instituições universitárias e sete representantes de associações conservacionistas não-governamentais.

A Sociedade Civil, que compõe o Conselho do Litoral, possui a seguinte representação:

- Colônia de Pescadores
- Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia - CREA/PR
- Entidades Ambientalistas
- Entidades Comunitárias
- Entidades da Construção Civil

- Federações da categoria patronal e de trabalhadores
- Promotoria do Meio Ambiente

Apesar de ter a importante função de participar na formulação da política ambiental do Estado, o Conselho do Litoral, ficou com as atividades paralisadas desde 1992. Reconhecendo sua importância, o governador do Estado SrºJaime Lerner reativou-o em 1995. Com isso, atendeu também uma antiga reivindicação dos ambientalistas paranaenses e complementou a estruturação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, a cujo Gabinete o Conselho Estadual do Meio Ambiente – CEMA, é vinculado diretamente.

De acordo com dados obtidos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA (2001), desde sua reativação e cumprindo seus objetivos, o CEMA manifestou-se sobre diversos programas do Governo do Paraná, entre eles o PROSAM –Programa Saneamento Ambiental. Manifestou-se também sobre inúmeros projetos de lei e decretos, já sancionados e ainda em tramitação como a Lei Florestal, a Lei de Recursos Hídricos, a Lei de Resíduos Sólidos, a Lei de Unidades de Conservação e a Lei Ambiental<sup>6</sup>.

### 3.1.3 Planejamento da Paisagem

Para BERTRAND (1971), paisagem é um termo impreciso, e muitas vezes cômodo, *“que cada um utiliza a seu bel prazer”*. No entanto para o autor, paisagem, *“não é a simples adição de elementos geográficos disparatados”*. É uma combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em evolução perpétua. O autor frisa ainda, que não se trata da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações humanas.

---

<sup>5</sup> Os dados aqui citados foram obtidos no site [www..pr.gov/sema](http://www.pr.gov/sema)

<sup>6</sup> Maiores detalhes podem ser obtidos, consultando as atas das reuniões do CEMA nos períodos 1987/1990, 1991/1994 e 1995/1998 disponível no site <http://www.sema.gov.atas.html>.

Paisagem, para MILANO & PIRES (1994), é “a porção da superfície terrestre apreendida visualmente, resultante da combinação dinâmica de elementos físico-químicos, biológicos e antrópicos, que de forma interdependente, geram um conjunto único em permanente evolução”.

De acordo com estes autores, a paisagem tem importância semelhante a outros elementos do meio, pois as intervenções humanas, ao afetarem estes elementos, afetam também a paisagem, que é considerada por estes autores, como elemento síntese de todos os outros elementos presentes no meio físico, sendo a cena visível de todo um sistema interativo, cujo funcionamento é explicado por componentes que muitas vezes permanecem ocultos, como solos, hidrografia, geologia ou fauna, entre outros.

MILANO, (1989), considera que nos estudos de paisagem, quer para planificar o uso da terra, identificar e proteger recursos naturais, ou avaliar impactos ambientais, podem ser utilizados, tanto na análise de dimensões abstratas, como sistemas descritivos-analíticos. Segundo este autor, os primeiros se baseiam em princípios de composição estéticos (forma, escala, dominância, harmonia entre outros), enquanto os demais, descrevem e analisam características morfológicas (relevo, declividade, textura, topografia) e características da superfície (presença e distribuição da água, tipos e distribuição da vegetação, diversidade de uso do solo), que podem ser cartografados.

O planejamento da paisagem, é um planejamento espacial que está preocupado com a paisagem, como um sistema de “habitat”, e inclui planejamento regional e local, sendo elaborado em diferentes escalas.

Sendo assim, o planejamento da paisagem, é um instrumento, que tem demonstrado crescente importância, porque pode assegurar que o desenvolvimento econômico, assim como as demandas do espaço, podem ocorrer de maneira ambientalmente sadia.

Planos regionais da paisagem são sugeridos pelo Estado e planos locais devem ser preparados pelas comunidades, porque os municípios necessitam tomar a iniciativa de planejar a proteção da natureza e o manejo da paisagem. Este planejamento é base de informação para a legislação ambiental, para a regulação do impacto ambiental e do



relatório de impacto ambiental. Projetos individuais (mineração, drenagem, construção de estradas, instalações industriais, expansão urbana), necessitam ser submetidos à aprovação, segundo orientações encontradas nos planos de paisagem. Estes passam a ser base para o processo de tomada de decisão, e posicionamento em relação a outros projetos privados ou públicos, cujos interesses são impostos à comunidade. Busca ainda salvaguardar a capacidade do ecossistema de regenerar e regular os fatores abióticos do ambiente, como solo, água, atmosfera e clima.

Um outro aspecto também importante sobre o planejamento da paisagem, em função da demanda ampliada sobre o espaço territorial, refere-se ao uso de áreas situadas em zonas que oferecem perigo. Deslizamentos e inundações, têm causado destruição em povoados, cidades, morte de pessoas, destruição de colheitas e da malha viária, e são indicativos da necessidade de uma preocupação preventiva.

A década de 90, foi considerada pela ONU a “Década internacional de Redução de Desastres Naturais”, pelo crescimento de eventos catastróficos em todo o mundo, e com intenção de melhorar a capacidade dos países, de enfrentarem os efeitos dos desastres naturais. LIMA, (1998).

Segundo FERNANDES, (1998) a Defesa Civil do ONU, em 1993, os deslizamentos causaram 2517 mortes, situando-se abaixo apenas dos prejuízos causados por terremotos e inundações no elenco dos desastres naturais que afetam a humanidade.

Estima-se que 20 milhões de pessoas tenham morrido no mundo, nos últimos 20 anos em decorrência de acidentes naturais e ambientais.

LIMA (op.cit), define os riscos geológicos que são considerados tanto nas paisagens urbanas como nas rurais, da seguinte forma:

Os riscos de inundações e alagamentos, que atingem tanto áreas rurais como urbanas, principalmente no verão, época das precipitações mais intensas, alcançam áreas extensas, resultando grandes prejuízos materiais. Esses eventos, normalmente atingem terrenos sedimentares de idade quaternária, tanto de origem marinha quanto aluvionar.

Os riscos de outra categoria são; os escorregamentos, deslizamentos e avalanches, que atingem diversas áreas municipais, em terrenos relacionados, por exemplo, ao complexo metamórfico da Serra da Prata, e os granitos intrusivos da Serra do Mar no litoral paranaense. Para o autor, quando ocorrem acidentes deste tipo na área rural, apesar da frequência e da magnitude serem normalmente maiores, geralmente envolvem risco menor do que quando ocorrem nas áreas urbanas. Pois além dos prejuízos materiais, pode ocorrer um maior número de perdas humanas. Outras situações em que esses acidentes podem ser considerados de alto risco, são aqueles que LIMA (op.cit) chama de obras lineares, como rodovias e ferrovias, e podemos incluir também os oleodutos e as linhas de transmissão. As paralisações dos serviços e transportes, causam grandes prejuízos a economia regional.

Os mapeamentos de informações de zonas propensas a desastres naturais, apresentam especial importância para reordenação de uso do espaço. A adequação da localização da população, em relação às condições da natureza e fora das zonas de perigo, com base na informação geográfica, pode reduzir os riscos até um nível administrável. Isto tem sido particularmente válido para regiões montanhosas e áreas situadas em vales, próximo à rede de drenagem em bacias hidrográficas.

Modificações ambientais, como assentamentos residenciais e na cobertura vegetal em determinados locais de encostas, ou junto à rede de drenagem, associados a regimes de águas de escoamento mais concentrado ou impedido, conduzem a configuração de uma condição crítica.

Assim, o zoneamento de áreas de riscos e fragilidade ambiental, apresenta grande valor e configura um campo especial de planejamento da paisagem, que envolve considerações como, geologia, geomorfologia, comportamento climático, tipos de erodibilidade do solo, inundações e conformação de microbacias hidrográficas.

BOLEA (1984), afirma que avaliações ambientais podem efetuar-se ainda sob dois enfoques, o da vulnerabilidade (mais defensivo, voltado para o impacto ambiental) e o da potencialidade (que estuda as aptidões do meio, visando melhorá-lo). Neste último caso, encaixa-se o mapeamento fitogeográfico, que verifica o estágio

atual da vegetação em uma área, bem como deduz a “vegetação potencial” que pode ocupar esta mesma área. Refletindo alterações passadas, ou a ausência destas alterações, as variações na vegetação podem assim ser agrupadas de forma uniforme, o que permitirá a sugestão de manejos diferenciados para cada grupo analisado.

Desta forma, a análise de uma área através de mapeamento é importante, uma vez que, apresenta uma resposta ágil ao processo de avaliação. Os fatores do meio físico e biológico ocorrem inter-relacionados. Sendo assim, suas informações podem ser cruzadas e passíveis de cartografia. Os mapas resultantes destas análises, são úteis no planejamento do uso do ambiente.

#### 3.1.4 Áreas de conhecimento relevante à análise ambiental.

Uma ordenação espacial, que oriente o planejamento do uso da terra em longo prazo, necessita estar fundamentada por informações amplas e confiáveis.

O desenvolvimento de uma base tecnológica, na qual a informação é organizada e analisada, tem sido crescentemente requisitada por organizações estatais e privadas. Existe uma clara percepção, de que a análise dentro de um contexto espacial, tem-se tornado tão crítica para o processo de tomada de decisão, quanto custo e tempo. Isto tem forçado uma mudança de atitude com relação à coleta, manipulação de uso e publicações de dados, que precisam ser acessados, analisados e utilizados para formular estratégias e influenciar políticas de desenvolvimento.

Pensar espacialmente tem sido o âmago do método da pesquisa, levantamentos, análise e caracterização da condição ambiental. Baseia-se na informação que inclui dados de locação, representados na forma de mapas ou relatórios referidos a um contexto geográfico definido. INTERA TYDAC, (1992). Dados de sensoriamento remoto, derivados de fotografias aéreas e métodos de registro não fotográfico, vêm sendo usados complementarmente, para atender demandas de planejamentos e necessidade de dados de observação sistemática da superfície terrestre. BARRET & CURTIS, (1972)

Nos estados mais desenvolvidos, uma organização estatal com ramificações a nível regional e local, detém a responsabilidade para a coleta, registro sistemático de dados de observação sobre a evolução do uso do espaço, produções de mapas e informações sobre a condição ambiental, sendo esta atividade reconhecida como estratégica e fundamental para dar suporte ao planejamento da ocupação do território, sua natureza, economia e povoamento. SCHNEIDER et.al.,(1984).

Um sistema de informações sobre o espaço territorial, pode ser definido como uma combinação de recursos humanos, somados a um processo de organização e procedimentos, que geram informações para dar suporte à necessidade de planejamento e tomada de decisão sobre os recursos naturais.

Os Sistemas de Informações Geográficas – SIG ou Geographic Information System – GIS, podem ser conceituados de forma simplificada, como um sistema de processamento de dados, que se apoiando em processos gráficos, captura dados espacialmente referenciados, administra e processa dados para a aplicação nos campos das geodisciplinas.

Um banco de dados SIG, é a captura em ambiente computacional do mapa gráfico e representa um modelo geográfico da realidade. Estes modelos compreendem três dimensões da realidade; a dimensão espacial (onde algo está locado), a dimensão temática (o caráter da locação do objeto que ocupa tal locação) e a dimensão temporal (a comparação dos dados ao longo do tempo). INTERA TYDAC, (1992).

O SIG opera como um banco de dados geocodificado, que armazena, gerencia, recupera e processam informações digitais provenientes de imagens, mapas dados estatísticos e descritivos. O ambiente computacional permite analisar dados de forma integrada, com o objetivo de obtenção de soluções rápidas e precisas, para problemas relacionados ao comportamento espacial de dados. GTZ, (1994).

Existem no mercado diversos sistemas, entre os quais podem ser citados ARCINFO, ERDAS, SPANS, GRASS, ARCVIEW, SPRING entre outros.

Os SIGs revolucionaram o modo como as informações geográficas, tais como mapas, fotografias aéreas, imagens de satélites e estatísticas são usados na pesquisa e nos processos de planejamento, porque a localização tornou-se um dado crítico para o

processo de tomada de decisão. A computação gráfica de SIGs, permite visualizar respostas estatisticamente na forma de mapas, diagramas ou desenhos, que revelam conseqüências de estratégias propostas no tempo. SEIFERT, (1996).

Constituem a principal fonte de entrada de dados para o SIG, produtos gerados pela Cartografia e pelo Sensoriamento Remoto:

- a cartografia produz os mapas topográficos, que são representações exata e detalhada da superfície no que se refere a sua posição, forma dimensões e identificação de acidentes de terreno, assim como objetos concretos, que aí se encontram permanentemente. A cartografia topográfica é bastante precisa, em mapas oficiais, os erros operacionais aceitáveis são sempre inferiores ao erro possível no desenho, estimado em 2mm. JOLY, (1990). Assim, a localização de lugares geográficos, deve ser obtida com o máximo de precisão e fidelidade, e qualquer ponto pode ser definido em relação ao sistema de referências fixas, que se denominam coordenadas terrestres ou geográficas. Os mapas surgidos destes levantamentos, são chamados de mapas base e auxiliam a entrada de dados para produção de mapas temáticos elaborados pelos SIG.

- o Sensoriamento Remoto - SR, tem-se demonstrado uma tecnologia eficiente para o inventário e manutenção de registros atualizados do uso da terra, sendo considerado a principal ferramenta para a estruturação de bancos de dados, necessários ao processamento de análise e planejamento do uso do espaço físico territorial. BARRET & CURTIS, (1972). O SR está baseado no princípio de que um fluxo de radiação eletromagnética (luz solar ou de radar), ao propagar-se no espaço, pode interagir com a superfície dos objetos, podendo ser refletido, absorvido ou reemitido. NOVO, (1995), define Sensoriamento Remoto como: "...a utilização conjunta de sensores, equipamentos para o processamento de dados, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que compõem a superfície terrestre."

O SR em síntese, compreende um conjunto de técnicas, que estende à percepção humana além do espectro do visível, pois analisa os objetos a partir da radiação que

emitem ou refletem; cada objeto possui um conjunto de características espectrais específicas (assinatura espectral), fornecendo pistas para sua identificação.

O tipo e a quantidade de informações sobre o uso da terra, obtidos por diferentes sensores, depende da altitude de operação e da resolução de cada sensor.

### 3.2. EVOLUÇÃO DAS CONCEPÇÕES RELATIVAS A ANÁLISE AMBIENTAL RELATIVA AO RELEVO.

Por muitos séculos o progresso das ciências naturais, foi inibido pela crença de que fatores observados na superfície terrestre, eram produtos de catastrofismo. Essa concepção perdurou até o final do século XVIII, apesar de muitos estudiosos contrários a ela, sendo que o estado atual de conhecimento sobre eventos singulares oferece margem para um certo tipo de neocatastrofismo

Para ROSS (1991), foi com James Hutton, seguido por seus discípulos, que surgiu na metade do século XVII, o Princípio do Atualismo, onde “O Presente é a Chave do Passado”. Esse princípio, estabeleceu as bases das pesquisas geológicas e geomorfológicas.

No entanto foi com Alexandre Surret, que o conhecimento geomorfológico deu um salto de qualidade, estabelecendo os princípios ou leis da morfologia fluvial. Surret, como engenheiro, com trabalhos em pontes e estradas nos Alpes Suíços, percebeu que todos os rios nessa área, apresentavam o mesmo comportamento morfológico e de dinâmica do escoamento das águas. Em 1841, Surret estabeleceu o princípio da Tensão Regressiva e o conceito de Perfil de equilíbrio, e caracterizou os mecanismos de escoamento das águas nas vertentes, que culminavam com a organização das bacias de drenagem. Essas bacias, que guardavam um certo paralelismo entre si, apresentavam em suas partes superiores bacias de recepção; nos cursos médios, canais de escoamentos; e no baixo curso, cones de dejectão. Ele observou, que todo processo de escavação dos vales era estabelecido a partir de um ponto fixo, ou nível de base posicionado no sopé da vertente, a partir do qual se processava a erosão regressiva ou remontante.

No final do século XIX, a morfologia fluvial sofreu novo avanço, ROSS,(op.cit), demonstra que com os estudos de Gilbert (1877), se definiram mais três leis da geomorfologia; a da Declividade; a da Estrutura; e a dos Divisores.

A lei da Declividade, associa-se a velocidade do fluxo d'água determinado pela inclinação da vertente e a conseqüente capacidade erosiva, enquanto que a lei dos Divisores, estabelece que as maiores declividades estão mais próximas dos topos e que o perfil da vertente de uma montanha, revela-se como uma curva côncava para fora. Já a lei da Estrutura revela a esculturação do relevo, passa pela influência variada das litologias rígidas e tenras e evidentemente do arranjo estrutural destas.

É também no final do século XIX que para ROSS (op. cit) surgiu o modelo teórico proposto por William Morris Davis, estabelecendo uma direção para a interpretação do relevo. O modelo de Davis apresenta uma concepção finalista, onde o relevo tem começo, meio e fim, podendo entretanto recomeçar com um processo de rejuvenescimento. Dessa forma o relevo passa pelas fases da; juventude, maturidade e senelidade, a partir da qual o relevo pode retornar á juventude, com um soerguimento de caráter tectônico.

Davis considera em sua proposta de entendimento de relevo, principalmente os efeitos de erosão fluvial a que denominou de erosão normal, responsável pela transformação de relevos montanhosos, em peneplanos ou peneplanícies.

A concepção de Davis a respeito da evolução do relevo, encontrou certa oposição entre os seus contemporâneos da Europa - Centro - Oriental, principalmente entre os alemães, que tinham posturas diferentes nos estudos da natureza. A postura naturalista dos alemães, imprimiu uma direção e análise dos fatos, onde o relevo se relaciona com a litologia, os solos, a hidrologia e o clima.

Segundo Abreu citado por ROSS (op.cit.) a cartografia, desde logo se transforma em um instrumento de pesquisa e observação. Na década de 20 é publicado o trabalho de Walter Penck, denominado, Análise Morfológica: contribuição à geologia física. Nessa obra transparecem claramente os primeiros autores, que direcionam os estudos geomorfológicos e geológicos, onde já no capítulo introdutório,

W. Penck, determinava que a base, a natureza e o princípio da análise geomorfológica, apóia-se em três elementos:

Os processos exogenéticos – representados pela fonte energética exógena – representada pela energia solar; e os endogenéticos – sendo os processos configurados pelas forças que o manto e o núcleo da terra exercem sob a litosfera.; os processos devido aos dois anteriores, podem ser chamados de feições atuais da morfologia.

Assim, o modelo Daviniano, para ROSS (op.cit), passou após a década de 20, a ser refutado por alguns geógrafos alemães e franceses, como; H. Mostensen, J Budel, E. Felo, bem como pelos franceses, De Marttone, Cholley, Birot, Cailleux e Tricart, e passaram a trabalhar com a concepção da geomorfologia climática. Assim, a erosão normal de Davis, deixou de ser a base da interpretação para explicar a evolução do relevo, surgindo, outros elementos de avaliação nos processos geradores das formas.

Os tipos climáticos passaram a ser objeto de preocupação no entendimento da dinâmica e gênese do relevo, definindo o modelado da superfície da terra extremamente atrelada às zonas climáticas do globo. Nessa direção Tricart e Cailleux, na década de 1960, propõem a divisão morfoclimática do globo, tendo como preocupação valorizar os diferentes processos denudacionais, dependentes dos climas atuantes no presente, mas sem desconsiderar os demais elementos da interferência da dinâmica da paisagem, a exemplo, a cobertura vegetal. Assim podemos afirmar que os precursores da geomorfologia climática, foram de um modo ou de outro, quem estabeleceram relações entre formas do relevo e a zonalidade climática.

No Brasil até a década de 1960, sob forte influência européia, Ab'Saber, estabeleceu uma proposta de entendimento do relevo brasileiro em Domínios Morfoclimáticos, uma interpretação calcada na influência da zonalidade climática. A interpretação geomorfológica, passa a ser a correlação da tipologia do modelado com os processos denudacionais influenciados pelos diferentes tipos climáticos e coberturas vegetais, onde se combinam os fatores ligados à alteração físico-química das rochas de um lado, e o desgaste erosivo das águas correntes, geleiras, oceanos e ventos, de outro.



Ao propor os domínios morfoclimáticos do Brasil, Ab'Saber não se limitou a interpretar a gênese do relevo apenas pelos processos regidos pelos climas atuais, mas também pelos paleoclimas que atuaram ao longo do terciário superior e do quaternário.

Outra contribuição importante segundo ROSS (op.cit), foi a de Lester King, que de certa forma sofre influência do modelo davisniano, mas incorpora contribuições marcantes de Walter Penck. A Teoria da Pediplanação que se apóia no princípio da atividade erosiva dos processos de ambientes áridos e semi-áridos, passou a ter larga aceitação para áreas intertropicais, sobretudo no Brasil e na África. Nesta concepção, o relevo não tem um comportamento cíclico como preconizava o modelo teórico de Davis, mas certamente ocorria de forma intermitente a atuação dos efeitos tectônicos, colocando superfícies de erosão ou de pediplanação elaboradas ao longo do tempo em diferentes níveis. L. King identifica e estabelece cronologias de superfícies de erosão e seus depósitos correlativos, apoiando-se em dados altimétricos, geológicos e cronoestratigráficos que levam a uma interpretação, onde se alteram fases de pediplanação com as de soerguimentos de caráter epirogênico.

Na década de 60, no Brasil, Ab'Saber, Bigarella e alguns outros, por influência dos pesquisadores franceses de geomorfologia climática e pela linha da pediplanação de Lester King, passaram a interpretar o relevo brasileiro, e procurar vestígios dos processos de pediplanação. São os depósitos rudáceos, paleossolos, paleopavimentos detríticos, ocorrência de espécies vegetais relictuais, enfim uma série de eventos que testemunham as atividades morfogenéticas de paleoclimas áridos e semi-áridos do Quaternário.

Essa interpretação, apóia-se na teoria de que nas zonas tropicais e subtropicais, os climas alteram-se de áridos e semi-áridos, para quentes e úmidos, em contraposição às áreas temperadas e periglaciais, em que os climas alteram-se em períodos glaciais e interglaciais úmidos. ROSS, (op.cit) ressalta, que além da geomorfologia climática e climatogenética, também se desenvolveram correntes como a geo-ecologia e ordenação ambiental, e cita, trabalhos nas décadas de 60, 70 e 80 elaborados por Neel, (1967), Barthel, (1968), Klinck, (1983), que demonstram uma preocupação com o entendimento da natureza como um todo, isto é, a natureza de modo mais integrado,

portanto, é uma herança cultural que já vem de longo tempo, dos naturalistas como Alexandre Von Humboldt, Göethe Von Richtafe.

Nos países da Europa oriental, como na ex-República Democrática Alemã, Checoslováquia, Polônia e sobretudo na ex-União Soviética, a influência de W. Penck são marcantes. Nesses países desenvolve-se a pesquisa geomorfológica apoiada na cartografia do relevo.

Apesar de suas diversas linhas de pesquisas baseadas em concepções diversas a geomorfologia permanece como base referencial para o entendimento e cartografia do meio ambiente.

### 3.2.1 Procedimentos Utilizados para Avaliação Ambiental.

De acordo com BOLEA (1984), as avaliações do ambiente incrementaram-se principalmente a partir dos anos 70 nos países desenvolvidos, em decorrência da necessidade de estudos de impactos ambientais, para obras que modificariam o meio ambiente, tendo inicialmente um caráter técnico, e que com o passar do tempo, distintos aspectos do meio natural e social foram sendo abarcados.

Para essa autora, os métodos de análise ambiental, devem ser flexíveis, aplicáveis em qualquer fase do processo de planificação e desenvolvimento, além de incluírem os muitos componentes do ambiente, representando-os fisicamente ou através de modelos matemáticos, de tal forma que analisando as interações existentes, possamos chegar a percepção do comportamento do sistema.

BOLEA (*op.cit*), classifica os métodos de avaliação ambiental nos seguintes grupos:

- 1) análise de sistemas
- 2) sistemas de redes e gráficos
- 3) métodos baseados em indicadores
- 4) sistemas quantitativos
- 5) sistemas cartográficos

A **análise de sistemas**, pretende ter uma representação do modo de funcionamento global do sistema homem-ambiente ou melhor, sociedade-ambiente.

Para CAPRA, (1996), Ludwing von Bertalanffy, é reconhecido comumente, como o autor da primeira formulação de um arcabouço teórico abrangente, descrevendo os princípios de organização dos sistemas vivos. No entanto, o autor demonstra que antes dele, Alexander Bogdanov, um pesquisador, médico, filósofo e economista russo, desenvolveu uma teoria sistêmica bastante sofisticada, a Tectologia, cujo objetivo principal era o de esclarecer e generalizar os princípios de organização de todas as estruturas vivas e não vivas;

*“a tectologia deve esclarecer os modos de organização que se percebe existir na natureza e na atividade humana; em seguida deve generalizar e sistematizar esses modos; posteriormente deverá explicá-los, isto é propor esquemas abstratos de suas tendências e leis” CAPRA, (op.cit.p52)*

O autor ainda demonstra, que no Ocidente pouco se conhece a respeito de Bogdanov, sua teoria foi publicada em russo, em três volumes entre 1912 e 1917, e que até mesmo na Teoria Geral dos Sistemas, de Ludwig Bertalanffy, que foi publicada em 1968, que inclui uma seção sobre a história da teoria sistêmica, não há nenhuma referência sobre Bogdanov.

O autor no entanto esclarece, que antes da década de 40, os termos sistema e pensamento sistêmico, tinham sido utilizados por vários cientistas, mas foram as concepções de Bertalanffy, de um sistema aberto e de uma teoria geral dos sistemas, que estabeleceram o pensamento sistêmico como um movimento científico de primeira grandeza, pois, Bertalanffy acreditava, que uma teoria geral dos sistemas, ofereceria um arcabouço conceitual geral para unificar várias disciplinas científicas, que se tornavam isoladas e fragmentadas. Assim, muitos cientistas ocidentais, acabaram sendo influenciados.

SUERTEGERAY, (1997<sup>7</sup>), demonstra que na década de 70, Bertrand (1972) propõe uma análise que ultrapassa a visão de relevo exclusivamente, e propõe o que ele denomina de Ciência da Paisagem. A autora esclarece que também nesta época

---

<sup>7</sup> Anais do VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 1997. p82-84

Tricart (1979) propõe trabalhar o meio físico de forma integrada, através da análise sistêmica resgatando esta concepção de Cholley (1954).

Segundo MENDONÇA, (2000), a Teoria Geral dos Sistemas, foi largamente empregada em estudos geográficos e na ciência em geral ao longo da segunda metade do século XX. O autor também menciona que Christofolleti (1979 e 1999), aplicando-a aos estudos relativos à Geografia Física, onde considera a unidade microbacia hidrográfica, como sendo um sistema aberto, e que pode ser tratado de maneira eficaz no tocante à análise quantitativa e qualitativa do fluxo de matéria e energia que nele se processa; empregar uma ou outra análise, ou empregá-las conjuntamente, cabe à decisão do pesquisador.

Os **sistemas de redes e gráficos**, são métodos qualitativos de identificação e avaliação preliminar, e analisam a relação de causalidade entre ação e seus efeitos no meio, através do uso de matrizes causa e efeito ou listas de checagem como indicadores de impactos ambientais. FIRKOWSKI (1989) considera estas listas próprias para estimular o raciocínio e análise das possíveis consequências de uma ação, porém o autor alerta, que devem ser completadas pela experiência das pessoas que analisam a lista.

Os métodos baseados em indicadores, são multidisciplinares e utilizam os elementos considerados importantes ao ambiente, como indicadores na avaliação do meio, pois considera que muitos parâmetros não são quantificáveis, tratam-se de métodos de avaliação subjetiva. STRUMINSKI (1996).

Os **sistemas quantitativos**, realizam uma avaliação sistemática de impactos ambientais, através de uso de índices homogêneos ponderados. De acordo com FIRKOWSKI (*op.cit.*), os aspectos ambientais de relevante interesse, são divididos em categorias; ecológicas, físico-químicas; sendo que cada categoria, engloba componentes que são formados por indicadores de impactos. O autor dá como exemplo a qualidade de água, formada pelos indicadores como o pH<sup>8</sup>, DBO<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> O pH é um parâmetro que indica se a água tem caráter ácido ( $\text{pH} < 7$ ) ou alcalino ( $\text{pH} > 7$ ). Ele é função da concentração de íons-hidrogênio na água. Alterações no pH da água podem afetar a fauna e a flora aquática, razão pela qual ele deve ser mantido na faixa 6-9. A água pura tem um pH igual a sete. O pH neutro(7) não indica necessariamente uma pureza da água, mas um equilíbrio entre substâncias ácidas e alcalinas

Para BOLEA (*op. cit.*), nos métodos existentes nos sistemas cartográficos, os processos naturais representados por recursos cartográficos, são considerados determinantes do uso do solo, de tal forma, que o conhecimento do meio natural é aplicado para planificar a localização e forma de desenvolvimento. Dentro dos métodos cartográficos, o método de Tricart, constitui, segundo a autora, uma aproximação aos problemas de elaboração de mapas e critérios restritivos de proteção ao meio, frente à planificação potencial, correspondendo também à fase de identificação e análise de impactos.

O objetivo deste método, é recolher um conjunto de dados e conhecimentos científicos, para compreender a dinâmica do meio natural e destacar as zonas ou fatores que possam limitar determinado uso do território.

O Trabalho de Tricart, para ROSS, (1991), adota como fundamento para a determinação do zoneamento territorial, as restrições impostas pela dinâmica dos sistemas ambientais, de modo a evitar a degradação dos recursos naturais.

O autor ainda afirma, que o método cartográfico é ao mesmo tempo o instrumento que direciona a pesquisa, e quando concluído, deve representar uma síntese como produto desta.

Para MENDONÇA, (2000), importante método voltado à recuperação ambiental de bacias hidrográficas, foi proposta por Hidalgo (1990), que diferentemente das propostas por Christofolleti (1979) e Beltrame (1994), envolve aspectos culturais, políticos e institucionais extra-academia, constituindo-se num amplo processo de gestão e intervenção das referidas unidades espaciais.

Na metodologia proposta por MENDONÇA (*op.cit.*), os elementos físico-naturais da bacia hidrográfica ou da microbacia, os primeiramente enfocados, são assim abordados; o relevo (delimitação geográfica da bacia, hipsometria, perfis

---

<sup>9</sup> Demanda Bioquímica de Oxigênio, é um teste que avalia a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente em uma amostra. Quando a matéria orgânica é lançada num curso d'água, ela proporcionará o desenvolvimento de uma população de microorganismos que, utilizará como alimento. Esses microorganismos, assim como os seres superiores, respiram oxigênio no seu metabolismo, no caso do OD (oxigênio dissolvido da amostra, num período de cinco dias, sendo portanto uma medida indireta da matéria orgânica presente, através do consumo de oxigênio pelos microorganismos. Os esgotos domésticos e certos despejos industriais, são ricos em matéria orgânica, e seus lançamentos nos cursos d'água podem trazer problemas à fauna aquática). SUDERHSA, (1995).

latitudinais e longitudinais e declividade); a dinâmica espacial da radiação solar e dos ventos (exposição das vertentes e direção dos ventos), e o uso e ocupação do solo (que envolve tanto aqueles elementos derivados da dinâmica natural, como vegetação natural, quanto aqueles atinentes às atividades humanas, como vegetação secundária, agricultura, edificações, etc.).

Num segundo momento, são levantados dados relativos à degradação e/ou poluição (derivação humana) do ambiente estudado, à qualidade da água (análise físico-química e bacteriológica), e a legislação ambiental (notadamente o Código Florestal Brasileiro). Finalmente, a confrontação entre os dados, (a cartografia e o controle de campo permitem estabelecer o zoneamento ambiental na perspectiva da hierarquização dos ambientes conforme estágios de degradação).

A proposta de LIBAULT (1971), adotada e descrita por ROSS (1992), onde o autor define todo o desenvolvimento da pesquisa, através de quatro níveis de abordagem; o nível compilatório, o nível correlatório, o nível semântico e o nível normativo. Cada uma delas caracterizada como uma etapa de trabalho, que dará seqüência e organização ao corpo da pesquisa. Cada nível é descrito da seguinte forma:

O nível compilatório; que é responsável pela ordem histórica da pesquisa, dentro de uma escala têmporo-espacial através de ligações entre si, e no desenvolvimento de processos, que são observados através do fator tempo

O nível correlatório; são desenvolvidos nesta fase as atividades de inter-relações entre os dados básicos levantados.

O nível semântico, denominado por ROSS (1992) como interpretativo, busca em si a consolidação do diagnóstico, elaborando uma abordagem do raciocínio geográfico, através da combinação já sintética de suas variáveis.

O nível normativo, que é o que normatizará as interferências acarretadas no meio. Nesta etapa, deve-se considerar que os dados já foram avaliados e validados e portanto se trabalharão estes resultados fatoriais, transformando-os em normas que serão adotadas como referências dentro das diretrizes a serem estabelecidas.

Dentro desta sequência de níveis de pesquisa desenvolvidas por LIBAULT (1971), aborda com maior ênfase o relevo, em seus aspectos morfométricos, variável esta que será compilada através dos mapas de declividades (clinográfico), hipsométrico e análise morfológica, pois estes são fortes indicadores das diferenças fisionômicas da paisagem e, portanto indicadores das diferentes Unidades ou Sistemas Ambientais.

Sobre tudo o que foi demonstrado, definir uma única metodologia de trabalho para o planejamento ambiental, não é tarefa fácil, no entanto ALMEIDA tem uma definição que parece bastante adequada.

ALMEIDA (1993, p.14) define o planejamento ambiental como:

*“grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as consequências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação, ou um conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios planejados”.*

### 3.2.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo.

A bacia hidrográfica, para MUSETTI<sup>10</sup>, 2001

*“deve ser compreendida como uma área de terra determinada por feições topográficas, tendo em conjunto uma superfície de água e drenagens subterrâneas). Sendo o limite da bacia hidrográfica estabelecido considerando-se a topografia, declividade e divisores de água. E normalmente, numa bacia hidrográfica estão incluídas atividades sócio-econômicas de uso e ocupação, além de fatores físicos, ambientais e jurídicos. A bacia hidrográfica deve ser entendida como sendo a unidade ecossistêmica e morfológica que permite a análise e entendimento dos problemas ambientais. Ela também é perfeitamente adequada para um planejamento e manejo, buscando otimizar a utilização dos recursos humano e natural, para estabelecer um ambiente sadio e um desenvolvimento sustentado”.*

---

<sup>10</sup> - Advogado; Especialista em Interesses Difusos e Coletivos pela Escola Superior do Ministério Público do Estado de São Paulo; Mestrando em Direito Processual Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCC; Aluno especial do Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - CRHEA, da Universidade de São Paulo - USP; Coordenador de Direito Ambiental da Associação para Proteção Ambiental de São Carlos - APASC; membro da Comissão de Meio Ambiente da Ordem dos advogados do Brasil-Campinas-SP

A política ambiental deve englobar todos os níveis e fases, sendo que os municípios são parte imprescindível para a efetivação desta política. Através do seu Plano Diretor (obrigatório para todos os municípios com mais de 20.000 habitantes - Art. 182, Constituição Federal de 1988), o Município pode traçar ações e medidas para minimizar os problemas ambientais.

Assim uma questão importante na pesquisa ambiental é a definição da unidade de trabalho. Alguns pesquisadores delimitam esta unidade a partir das características morfológicas. ALMEIDA, (op.cit). Outros adotam o geossistema, que é indicado pela interação entre os sub-sistemas. ORELLANA (1985) ressalta que, é indiferente a denominação que se dê a esta unidade: sistema geográfico, unidade territorial, unidade eco-geográfica, a definição vai depender antes de sua organização e funcionalidade.

Para CUNHA (1998), sob o ponto de vista do auto ajuste, pode-se deduzir que, as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais, e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Mudanças essas que podem gerar alterações, e efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saídas, como as descargas, cargas sólidas e dissolvida. A autora reforça ainda, que as mudanças ocorridas no interior da bacia podem ter causas naturais, mas que, nos últimos anos, a ação humana tem acelerado os processos modificadores e provocado assim desequilíbrios da paisagem.

Sendo assim, bacia hidrográfica é a unidade de trabalho que mais auxilia na mensuração de vários componentes.

*A conservação dos solos e das águas, constitui um conjunto de esforços, técnicas e ciências que tem como objetivo primordial, o uso adequado e racional dos recursos naturais renováveis, visando conseguir a proteção dos solos e das águas, ou sua restauração até níveis produtivos quando tenha ocorrido a destruição parcial dos mesmos. Desta forma, é importante a análise global das regiões visando o uso múltiplo, contínuo e econômico, estabelecendo o equilíbrio com a natureza e aptidão agrícola dos solos. Em outras palavras é necessário que se analise, em nível de bacias hidrográficas e/ou microbacias, o uso das terras em regras conservacionistas, visando a perpetuação ambiental. (MAZUCHOWSKI apud BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985, p.224).*



Segundo CUNHA (op.cit) os planos de gerenciamento de bacias hidrográficas no Brasil, têm visado um único aspecto da utilização dos recursos hídricos (irrigação ou saneamento ou geração de energia). A autora chama a atenção a esses planos, que não estão relacionados com o desenvolvimento sustentável, pois acarretam problemas de ordem sócio-ambiental e econômica. E demonstra ainda que há uma necessidade de revisão desses planos, onde deve constar, maior detalhamento dos outros cursos d'água, uma vez que o plano de gerenciamento para uso energético encontra-se mais detalhado, e a utilização do Código das Águas data de 1934.

O Brasil já possui alguns trabalhos desenvolvidos, tendo por base a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa. Em 1978, foi estruturado o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas-CEEIBH, cuja linha de trabalho visou a classificação dos cursos d'água da União, bem como a utilização racional dos recursos hídricos. Mas, não avaliava os demais recursos naturais.FERRETTI,(1998).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SINGREH), constituem um conjunto de leis apresentadas pelo Executivo em 1991(Projeto de Lei 2249), cujo substitutivo de 1994, entre outros itens, propõe , a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão e a criação de três regiões hidrográficas: Amazônica, Nordeste e Centro-Sul. A Política Nacional dos Recursos Hídricos integra as políticas Estaduais e deve assegurar a necessária disponibilidade de recursos hídricos para as gerações futuras, com padrão de qualidade, conforme assegura a Constituição Federal de 1988. BRASIL (1988).

No Estado do Paraná, a tradição de utilizar bacias hidrográficas como unidades de trabalho, já vinha sendo desenvolvida pelo Serviço de Extensão Rural do Paraná. Pode-se citar o projeto da microbacia hidrográfica do rio Feliz - Água da Saúde, que foi constituído de um diagnóstico geral, plano de ação e metas físicas, cronograma e recursos necessários. FERRETTI (op.cit). A autora demonstra também, que outros projetos que utilizaram microbacia, visavam a construção de terraços para reter água nas encostas mais íngremes, tendo por base a declividade e a pluviometria da área. Estes projetos envolviam todas as propriedades da microbacia e além dos

“murunduns<sup>11</sup>”, as rodovias municipais eram relocadas e, nas propriedades, os rios, lagoas e mananciais tinham as matas ciliares recuperadas com espécies nativas.

O Programa Integrado de Conservação dos Solos e da Água do Paraná, a partir de bacia hidrográfica, definiu propostas tendo por base: identificação dos problemas críticos (água, solo, florestas, transporte, uso e manejo do solo, etc.); priorização dos problemas; proposição de soluções que envolviam a comunidade; elaboração do mapa da área com as medidas propostas; implantação e execução do plano proposto. Cada microbacia era mapeada com todas as informações pesquisadas.

No Paraná, o Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi – COPATI, possui como embasamento teórico, trabalhos desenvolvidos pelo Centro Interamericano de desenvolvimento Integral de Águas e Terras- CIDIAT - e Ministério do Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - MARNR, ambos da Venezuela. FERRETI, (op.cit.).

### 3.3 DINÂMICAS AMBIENTAIS.

As sociedades dependem do ambiente em que vivem e exercem seus sistemas de produção, o que implica na necessidade de um certo equilíbrio entre fatores humanos e ambientais, no entanto a natureza é dinâmica, e muitas vezes o equilíbrio é rompido, ou por causas naturais ou por ações ligadas às atividades humanas. Uma vez rompido o equilíbrio o ambiente tende para novas condições de estabilidade.

No ambiente, assim como na saúde, é preciso ter uma postura voltada à prevenção, mais do que a correção. É mais fácil e econômico, prevenir do que recuperar o quadro ambiental deteriorado, mesmo porque determinados recursos ambientais, uma vez mal utilizados tornam-se irrecuperáveis.

---

<sup>11</sup> Murunduns: termo usado no Pantanal Matogrossense para pequenas elevações circulares, com mais ou menos 1 metro de altura, por 4 a 6 metros de diâmetro, tratando-se possivelmente de dunas incipientes. Os murunduns situam-se na periferia das baías ou nas encostas das cordilheiras. O termo murundu é usado em várias partes do Brasil (Rio Grande do Sul, Bahia e Ceará), com o sentido de montículo. Na Chapada Diamantina (Bahia), alguns caboclos denominam os montículos dos cupins de murunduns (GUERRA & GUERRA, 1997, p.442).

ROSS (op.cit), cita a proposta de Hack (1960), denominada de Teoria do Equilíbrio Dinâmico, que tem sido aplicada principalmente, quando se trata de estudos para avaliar processos atuantes nas condições ambientais naturais. O autor demonstra, que essa teoria tem como princípio básico, o pressuposto que o ambiente natural encontra-se em estado de equilíbrio, porém não estático, graças ao mecanismo de funcionamento dos diversos componentes do sistema, é um princípio que se inspira na Teoria Geral dos Sistemas, sendo portanto entendida pela funcionalidade na entrada de fluxo de energia no sistema que produz um determinado trabalho.

A teoria prevê as situações de desequilíbrio que são geradas pela alteração na entrada de fluxos de energia. Esta situação, entretanto é tida como ocorrência intermitente. Fatos dessa ordem podem ser explicados, por exemplo, pelos escorregamentos ou deslizamentos da Serra do Mar, que apesar de acontecerem com certa frequência, são de caráter intermitente, sendo suas ocorrências associadas aos períodos de alta concentração pluviométrica agravados pelas interferências de uso inadequado do solo.

Para CUNHA (1998), os desequilíbrios que ocorrem nas encostas, normalmente são em função do clima e de aspectos das características das encostas, que incluem a topografia, geologia, grau de intemperismo, solo e tipo de ocupação.

LOPES (1994), considera que a evolução das vertentes naturais, é um processo que inclui fenômenos físicos e químicos, que na dinâmica global envolvem forças de origem interna e externa. A primeira, criando as desigualdades da superfície e a segunda, tentando nivelá-las.

PORTO (1998), explica que os processos endógenos (internos), estão ligados à natureza do protolito e à tectônica associada, enquanto que os fatores exógenos são interdependentes e basicamente controlados pelas condições climáticas e geomorfológicas.

O modelado das encostas para os autores supra citados, depende de dois processos; o intemperismo, que transforma os corpos rochosos, de material consistente, coerente e compacto, em um manto particulado, inconsistente e friável denominado de regolito (o solo é gerado na porção superficial ou subsuperficial deste

material por processos pedogenéticos). O segundo é o transporte superficial do material incoerente ou em solução.

Para PORTO (op.cit), um dos principais fatores endógenos que condicionam o intemperismo, é a composição mineralógica do protolito, já que esta condiciona e influencia no grau de alteração dos minerais presentes. O autor ainda salienta, que áreas muito tectonizadas tendem a gerar regolitos mais espessos, e áreas tectonicamente estáveis os regolitos tendem a ser preservados, ao contrário do que ocorre em áreas mais ativas tectonicamente.

Já a influência dos fatores exógenos, como vimos, depende basicamente das condições climáticas e geomorfológicas. Assim, em climas quentes e úmidos, cobertura vegetal exuberante, são condições que favorecem, a formação de espessos regolitos através da ação dos ácidos orgânicos, que facilitam o intemperismo químico. A ação das raízes também induz o fraturamento e acesso aos fluídos, além de proteger o regolito da ação erosiva.

Na geomorfologia, as encostas podem ser classificadas de acordo com sua evolução; encostas cuja evolução é limitada pelo intemperismo, onde a capacidade de remoção do material produzido por intemperismo é maior do que o próprio intemperismo (encostas nuas); encostas cuja evolução é limitada pelo transporte, onde a capacidade de remoção do material produzido é menor que o intemperismo (encostas com grandes espessuras de solo).

CUNHA (op.cit) nos lembra que as chuvas representam o principal elemento climático, e relaciona estas com os desequilíbrios da encosta. Assim, a variação espacial da intensidade das precipitações (volume), associada a sua frequência (concentração em alguns meses do ano), são aspectos importantes a serem avaliados.

Sob o ponto de vista do auto-ajuste, as bacias hidrográficas integram um conjunto de comportamentos das condições naturais, e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar impactos e ou efeitos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvidas). Assim como, em função da escala e da intensidade de mudança, os tipos de leitos e de canais podem ser alterados.

CUNHA (op.cit.) salienta que as altas concentrações de chuva, quando associadas a fortes declives, aos mantos de intemperismo e ao desmatamento, podem criar áreas potenciais de erosão e movimento de massas, fornecedores de sedimentos aos leitos fluviais. E que o volume da precipitação anual e o número de dias chuvosos espelham a influência do relevo, uma vez que precipitação aumenta em direção às áreas mais montanhosas da bacia hidrográfica.

A topografia da bacia então, é um importante instrumento de análise, através da rugosidade topográfica e a presença de encostas instáveis com declives acentuados. Tem um papel relevante no equilíbrio das encostas, sendo um dos fatores da erosão potencial e dos movimentos de massa.

BIGARELLA (1978), ressaltou que desmoronamentos rápidos, são passíveis de acontecer em vertentes muito íngremes e com solos pouco espessos e saturados, mesmo sob floresta, quando há grande intensidade de precipitação, em função dos intervalos de classe dos declives.

Para CUNHA (op.cit), o substrato rochoso adquire maior importância quando associado à topografia, e que a natureza geológica instável pode ser evidenciada por pontos de fraqueza estrutural (falhas e fraturas), e pela fragilidade da composição litológica associada a um alto grau de intemperismo. Os mantos de alteração aumentam de espessura, do topo para a base e podem atingir valores superiores a dezenas de metros. Para a autora, nas encostas, a camada superficial é onde está a vida microbiana e constitui o solo.

PENTEADO (1986), considera que o solo reflete um equilíbrio frágil entre o clima, relevo e vegetação, sendo então considerado um meio intermediário entre agentes meteóricos e litosfera. Para a autora, uma situação de equilíbrio entre o solo, clima e vegetação, ao longo do perfil de uma encosta, resulta da toposequência também em equilíbrio, na qual os horizontes do solo apresentam quase a mesma relação de espessura do topo até a base da encosta, ocorrendo pequena diminuição do horizonte A, no ponto de maior inflexão (maior transporte) e ligeiro aumento na base (zona de chegada dos detritos).

Para PENTEADO (op.cit) as situações de equilíbrio bioclimático (pedogenético e morfogenético) são chamadas de biostasia. Uma vertente em equilíbrio relativo é aquela na qual não ocorre perda de terreno, porque em cada ponto o material trazido de cima é igual ao carregado para baixo. No entanto um desequilíbrio (tectônico, climático ou antrópico) pode acelerar o intemperismo mecânico em relação à decomposição das rochas (intemperismo químico). Já a resistasia é a situação de desequilíbrio bioclimático. O desequilíbrio morfogenético é que acelera a evolução das vertentes. E o desflorestamento é uma das causas, que podem provocar desequilíbrio acentuado.

CUNHA (op.cit) lembra, que a cobertura vegetal reduz as taxas de erosão solo através de sua densidade, da possibilidade de reduzir a energia cinética das chuvas, através da interceptação de suas copas, e de formar húmus, importantes para manter a estabilidade e teor dos agregados dos solos.

PENTEADO (op.cit) por sua vez reforça, que com a retirada da cobertura vegetal, cresce o escoamento superficial, o rastejamento lento do manto superficial de detritos (receptação) e o escoamento difuso são substituídos, por canais torrenciais concentrados. No setor mais inclinado da encosta, a erosão retira o horizonte A e, na base de acumulação de detritos, enterra este mesmo horizonte transportado.

Para a autora, os movimentos de massa, lentos ou rápidos, são provocados por atividades biológicas, humanas ou por processos físicos resultantes de condições climáticas, mas a ação da gravidade é o fator principal, pois adiciona uma componente descendente aos movimentos.

PENTEADO (op.cit), explica que os movimentos de massa ocorrem quando camadas argilosas saturadas de água, movimentam-se, se situadas abaixo de camadas mais resistentes e podem transportar a longas distâncias, o material sobrejacente na forma de deslizamentos, deixando na vertente cicatriz. Esse tipo de movimento é chamado pela autora de fluxo de terra e lama. Os movimentos lentos, também são importantes para a formação das vertentes. Como por exemplo a solifluxão, que é um movimento de massa do solo encharcado de água de alguns decímetros por ano, que desliza sobre camadas de argila encharcadas ou rochas basal impermeável. Já o

rastejamento é um movimento de alguns centímetros por ano dos detritos superficiais do solo ou da rocha, sem intervenção da água, apenas sob efeito da componente da gravidade. O reflexo do rastejamento é observado na curvatura das árvores e pequenos terraços ao longo das encostas.

Para LOPES (op.cit), alguns indícios podem ser observados para avaliação da estabilidade das encostas, como por exemplo; sua inclinação, o material constituinte, a presença ou ausência de surgências de água, fendas de tração no solo ou regolito, cicatrizes de antigos movimentos, árvores inclinadas, ondulações na superfície, entre outros. O autor, explica que mesmo em condições topograficamente acidentadas com climas tropicais e subtropicais, como é o caso da Serra do Mar, podem ser geradas e mantidas grandes espessuras de regolito, por causa da cobertura vegetal densa e de grande porte, que de um lado auxiliam nos processos de intemperismo profundo das rochas e de outro protegem este material da erosão, permitindo sua acumulação. Ao mesmo tempo, as raízes da floresta estruturam o solo, aumentando a resistência ao cisalhamento, do mesmo modo que uma armadura de ferro no concreto. No entanto o autor ressalta, que a capacidade de acumulação do regolito não é finita, pois a um certo momento a encosta se torna instável e busca o reequilíbrio através de movimentos coletivos de massa.

O autor lembra ainda que, algumas ações humanas, podem funcionar como verdadeiros “gatilhos” e apressar os processos naturais, como, a execução de cortes nas encostas, o desflorestamento, etc. Embora saliente ainda, que mesmo que haja a presença de florestas, ou não modificação artificial de taludes naturais, não há garantia de estabilidade das encostas. Pois em curto prazo a encosta pode ser caracterizada como instável ou estável, sendo possível estimar este limite, mas que a longo termo não existem encostas estáveis, uma vez que as mesmas evoluem continuamente e os equilíbrios são sempre dinâmicos.

No Litoral do Paraná, os índices pluviométricos podem variar de 1200mm até em torno de 4000 mm nas vertentes mais íngremes e expostas aos ventos dominantes e as temperaturas médias são de condições tropicais, acima dos 21°C, ao nível do mar até o temperado pela altitude com 11°C nas cumeeiras superiores da Serra do Mar,

MANTOVANI (1998). Se caracterizam assim, uma série de microclimas locais. A conjugação de microclimas locais com os fatores edáficos, gera condições específicas para o compartimento da paisagem, fazendo com que haja a ocorrência de múltiplas espécies e subespécies adaptadas a cada biótopo. Essa diversidade reflete-se também ao nível dos ecossistemas, como mostra MANTOVANI (op.cit) citando IBGE (1992) e RODERJAN (1994), podendo ser reconhecidos os seguintes tipos:

- Áreas de Formações Pioneiras com manguesais, marismas e restingas;
- Floresta Ombrófila Densa Atlântica com seus variados subtipos;
- Numerosos ecótonos ou áreas de transição que comparecem entre os tipos principais.

O autor esclarece, que a presença de várias atividades, elencadas pelo IPARDES (1989), contribuem para um mosaico de situações de uso e de ocupação do solo. Evidencia também, que as análises de imagens aerofotogramétricas e orbitais atuais sobre o litoral Paranaense, revelam as excelentes condições da cobertura vegetal, em mais de 90% de sua área.

KOBIYAMA (1999), demonstrou as várias funções da floresta, como; a mitigação do clima (temperatura e umidade), mitigação do histograma (redução da enchente e recarga do rio), controle de erosão, melhoramento da qualidade da água no solo e no rio, melhoramento da poluição atmosférica, fornecimento de oxigênio (O<sub>2</sub>) e fixação do gás carbono(CO<sub>2</sub>), prevenção do vento e do barulho, amenidade, recreação e educação, produção de biomassa e fornecimento de energia.

O autor esclarece que embora tenha usado o termo floresta, é o sistema florestal que possui as funções citadas anteriormente. Esse ecossistema consiste na parte aérea (árvores) e na parte terrestre, os solos. Este último que muitas vezes é ignorado pode assumir o papel principal do ecossistema florestal.

Para KOBIYAMA (op. cit), o escoamento superficial é relativamente pequeno na floresta. Assim sendo, a floresta evita um violento aumento na vazão dos rios durante a chuva e promove uma recarga mais lenta dos rios durante os períodos de tempo seco, não deixando estes secarem bruscamente. Então, nivelar a vazão do rio ao longo do tempo, é a função quantitativa da floresta sobre o ciclo hidrológico. O



processo é bastante complexo, por causa da transpiração e interceptação pela floresta, a vazão anual será menor do que a área sem cobertura vegetal. Muitos acreditam que a água do rio é mantida pela floresta, no entanto, na verdade a floresta reduz a disponibilidade total da água, mantendo porém a vazão mais constante.

PENTEADO (op.cit) acrescenta que a cobertura vegetal influi nas temperaturas do solo, reduzindo a irradiação ( $1/3$  é absorvido pela função clorofiliana e pela transpiração) e as oscilações bruscas de calor. Reduz ainda a ação do vento no transporte de partículas que favorecem a deposição.

PRANDINI et. al.(1982), ressaltam que com exceção dos efeitos ligados à ação biológica, o sistema radicial das árvores é o único componente da floresta, que continua agindo em benefício da estabilidade das encostas durante alguns anos após o corte das árvores e determinou um período de quatro a cinco anos, após o corte das árvores, para o desaparecimento do sistema radicial, o que seria suficiente para que taludes antes estáveis e florestados, atingissem seus pontos críticos de resistência, tornando este ponto sujeito a escorregamento de massa.

BONELL (1989), esclarece que a taxa mais elevada de deslizamentos em um povoamento artificial, produz-se de cinco a vinte anos após o plantio, tempo necessário para existir a sobreposição das raízes laterais das árvores, de modo a criar uma estrutura de reforço no solo.

MANTOVANI (1998) afirma que no litoral do Estado do Paraná, a biodiversidade é mantida pela variedade do meio físico, a partir do substrato litológico constituídos tanto de argilas e areias inconsolidadas na planície costeira, quanto de diversos tipos de rochas cristalinas formadoras das encostas.

Para PENTEADO (op.cit) algumas características das rochas cristalinas, como as que são encontradas nas encostas do litoral do Paraná, apresentam alguns traços morfológicos decorrentes da estrutura e textura. São impermeáveis, rígidas, mas fissuradas e diaclasadas, possuindo composição mineralógica heterogênea. A impermeabilidade é responsável pela densa rede de drenagem dendrítica porque facilita o escoamento superficial. O fissuramento e os solos permeáveis permitem a infiltração e a ressurgência em fontes abundantes de débito fraco. O diaclasamento e a

rede de fraturas, orienta a rede de drenagem e a composição dos matacões. Os vales muito próximos, determinam uma topografia dissecada, onde as cristas são convexas, devido ao rastejamento que movimenta sobre as encostas os detritos finos, produtos da decomposição. Surgem escarpamentos abruptos, de paredes lisas dissecadas ou não pela erosão, criados por deslocamentos de blocos ou por falhamentos. Se os blocos são maciços, como é o caso dos granitos, o relaxamento das pressões internas é que produz este destacamento de lascas ou chapas paralelas à superfície do bloco, formando camadas concêntricas de até alguns decímetros de espessura. Este processo, de retirada de materiais, chamado de esfoliação, decorre tanto por ação mecânica (diferentes pressões), quanto por ação química (intemperismo).

O uso do solo em uma bacia tem impacto significativo também, sobre o escoamento, e conseqüentemente sobre as enchentes, e nas vazões médias e mínimas.

Segundo TUCCI (1997) as alterações de uso do solo em uma bacia podem ser classificadas quanto; a) ao tipo de mudança; b) ao tipo de uso da superfície; c) a forma de desmatamento.

Numa bacia rural pouco urbanizada, a maior parte da precipitação é retida e tem mais facilidade em se infiltrar no solo, sendo que o escoamento superficial será pouco significativo, como já vimos para o caso das florestas. O histograma de uma bacia rural, apresentará um aumento de vazão gradual e um pico de enchente moderada. As enchentes em tais bacias, geralmente extravasam o leito menor do rio a cada dois anos em média, podendo as mesmas ser consideradas fenômenos naturais. TUCCI (op.cit)

Quando se compara o uso de uma determinada superfície com o uso apropriado, relacionando; clima, declividade, tipo de solo localização e legislação referente, podem ser encontradas situações de conflito de uso. Por conflito de uso entende-se cultivos agrícolas ou pastagens desenvolvidas em áreas impróprias, tais como; intervalos de classe e tipo de uso indicado, como sugere BIGARRELLA et al.(op.cit) e o Macrozoneamento do Litoral, por exemplo em declividades acima de 45%, que são áreas de preservação obrigadas por lei, ou de 25% a 45% culturas permanentes com restrições, etc.

Para vários autores, BIGARELLA et al.(op.cit), LIMA (op.cit), CUNHA (op.cit), entre outros, consideram que os conflitos de uso, ou o uso inadequado da terra, são os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamentos de rios, enchentes, entre outros.

É sabido, que as margens dos rios e lagos se caracterizam por, geralmente serem locais de grande atividade hidrológica dentro da bacia hidrográfica. É nestas porções da bacia que a maior parte do escoamento superficial ocorre. Certos fatores fazem com que a capacidade de infiltração nessas áreas, seja naturalmente baixa e diminua rapidamente durante um evento chuvoso. O relevo tende a ser plano; os solos poucos profundos.

Para GUIMARÃES (1999), a influência dos corpos de água e do lençol freático, é maior nesses lugares, fazendo com que suas condições de armazenamento estejam quase sempre próximas à saturação. Para o autor, essas áreas são as primeiras a responderem ao “*input*” de água via precipitação, originando escoamento superficial, já que atingem a condição de saturação mais facilmente que as outras áreas da bacia. Então, a tendência é que, depois de um certo tempo de chuva, a zona saturada se expanda lateralmente ao longo dos cursos d’água. Como é uma zona que se expande e se contrai de acordo com as condições de armazenamento, infiltração e movimento da água no solo, é denominada como Área Variável de Contribuição. Esta área segundo o autor possui limites dinâmicos, condicionados a fatores como o total de precipitação de um evento, condições antecedentes de umidade e intensidade de chuvas, além das características hidrológicas do solo e da topografia.

GUIMARÃES (op, cit) cita Lima (1986), que denomina esta área como zona ripária, e que é onde geralmente desenvolvem-se formações vegetais peculiares, e explica que:

As florestas aluviais (comumente chamadas de matas ciliares), aumentam a capacidade de infiltração e armazenamento de água dos solos onde se desenvolvem e funcionam como barreira mecânica para o escoamento superficial e subsuperficial, graças a serrapilheira e às suas raízes, evitando assim o aporte elevado de água e sedimentos de maneira abrupta para os rios, o que normalmente ocorre na ausência de

vegetação. A retirada da floresta aluvial, ocasiona maior aporte de água em maior volume e num espaço de tempo reduzido aos canais. Desta forma o canal principal de uma bacia normalmente não tem a capacidade de transportar um volume tão grande a jusante. Assim, esse rio tende a transbordar para as planícies de inundações.

As formações pioneiras aluviais (conhecidas como várzeas), são tipos de vegetação altamente adaptadas às condições de saturação do solo, inundações periódicas e baixa oxigenação, desempenhando assim um papel fundamental na manutenção do equilíbrio hidrológico de uma bacia hidrográfica. Funcionam como reservatórios de contenção de cheias, quando os rios extravasam sua calha normal, evitando que áreas contíguas sejam atingidas. As várzeas se formam exatamente em áreas usualmente inundadas, em baixios próximos aos rios. GUIMARÃES (op.cit), adverte, que a drenagem dessas áreas não evitará que as mesmas sejam inundadas novamente.

CUNHA (op.cit), também lembra sobre o uso do solo nas encostas, pois estes influenciam os processos erosivos que poderão promover alteração na dinâmica fluvial. Provocando assim, a erosão hídrica da encosta, e fornecendo maior volume de sedimentos à calha fluvial, o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes das planícies de inundação.

Para GUERRA,(1998), o vale fluvial é uma depressão alongada (longitudinal) constituída por um ou mais talvegues e duas vertentes convergentes. Pode ser conceituada como planície, beira do rio ou várzea.

CUNHA (op.cit) explica que o perfil longitudinal do vale, é diferente do perfil do rio, porque o primeiro depende do gradiente da planície. Em decorrência, as formas U e V, resultam da interação do clima, relevo, tipo de rocha e estrutura geológica.

Os rios com seus talvegues, controlam os processos de formação do vale, embora sua influência seja restrita à calha e à planície de inundação. No entanto, reforça a autora, quando o leito contorna as paredes do vale, erodindo a base de elevação, os rios reativam os processos das encostas. Entre eles o escoamento em lençol, rastejamento, e soliflução, são os mais importantes, considerando que

movimentos rápidos como a queda de blocos, deslizamentos de terras e fluxo de lama são mais raros.

CUNHA (1996), também explica que o fundo do vale, pode ser entendido sob o ponto de vista dos tipos do leito, de canal e de redes de drenagem. Cada fisiografia possui uma dinâmica peculiar das águas correntes, associada a uma geometria hidráulica específica, geradas por processos de erosão, transporte e deposição dos sedimentos fluviais.

A associação desses elementos de rede fluvial, com altimetria, e os controles estruturais, que originam importantes níveis de bases regionais e locais, permitem o desenvolvimento de um perfil longitudinal específico, dinâmico e em constante busca de equilibrado balanço entre descarga líquida, erosão, transporte e deposição de sedimentos. Desse modo, o rio mantém certa proporcionalidade entre os diversos tamanhos de sua calha, da nascente à foz. A autora lembra, também que atividades humanas desenvolvidas em um trecho do rio, podem alterar, de diferentes formas e escalas de intensidade, a dinâmica desse equilíbrio. E dá exemplos como: obras de engenharia, a substituição da mata ciliar por terras cultivadas, o avanço da urbanização a exploração de alúvios.

Grande parte dos processos gerais acima descritos, incidem na bacia do Rio Nhundiaquara em virtude da diversidade de situações ali encontrada.

## 4 CARACTERÍSTICAS GERAIS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO PARANAENSE

O estado do Paraná localiza-se na Região Sul do Brasil, entre as latitude de 22°42'59"S e 26°42'59"S e entre as longitudes a oeste de Greenwich de 48°02'24"W e 54°37'38"W. Possui uma área de 199.218 km<sup>2</sup>, que correspondem a 2,3% do território Brasileiro. Faz divisa, ao norte e noroeste, com o Estado de São Paulo, a leste, com o Oceano Atlântico, ao Sul, com o Estado de Santa Catarina e a oeste, com o Estado do Mato Grosso do Sul e com as Repúblicas do Paraguai e Argentina.

O Estado do Paraná possui 16 grandes bacias hidrográficas MAACK (1981), divididos em dois diferentes conjuntos, que se diferenciam, entre si; as do interior, cujos rios principais, predominantemente correm no sentido do leste para oeste; direta ou indiretamente são afluentes do Rio Paraná, e as compreendidas pelos rios que demandam o litoral, correndo no sentido do oeste para leste e desaguando no Oceano Atlântico. O grande divisor desses dois conjuntos de redes hidrográficas é a Serra do Mar, que separa a planície litorânea das demais Províncias Geomorfológicas do Estado, compreendidas pelos Primeiro, Segundo e Terceiro Planaltos Paranaense.

#### 4.1.1 Caracterização da Bacia Litorânea

A Bacia hidrográfica litorânea, é constituída pelos rios que drenam o leste paranaense formando compartimentos isolados, e por aqueles que convergem para o vale do Ribeira, cujas águas desembocam no Atlântico, no Estado de São Paulo. A Bacia Litorânea, foi subdivida por MAACK (1981), em 6 sub-bacias: baía das Laranjeiras, do rio Ribeira, baía de Antonina, do rio Nhundiaquara, baía de Paranaguá e baía de Guaratuba. Estas bacias concentram-se em uma faixa relativamente pequena, correspondendo cerca de 2,2% (4754 Km<sup>2</sup>) da área total do Estado.

#### 4.1.2 Caracterização da Bacia do Rio Nhundiaquara

A Bacia do Rio Nhundiaquara, ocupa a porção Leste do Estado do Paraná, encravado entre a Serra do Mar e o Litoral, com seus cursos d'água desembocando na Baía de Paranaguá. Esta localizada entre as coordenadas  $25^{\circ} 17'08''$  01 e  $25^{\circ} 16'48''$ ,35 Latitude S e entre as longitudes  $48^{\circ}40' 34''$ ,37 e  $48^{\circ}40'09''$ ,37 W. Vide figura 1 e figura 2 com a localização da área.

FIGURA 1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

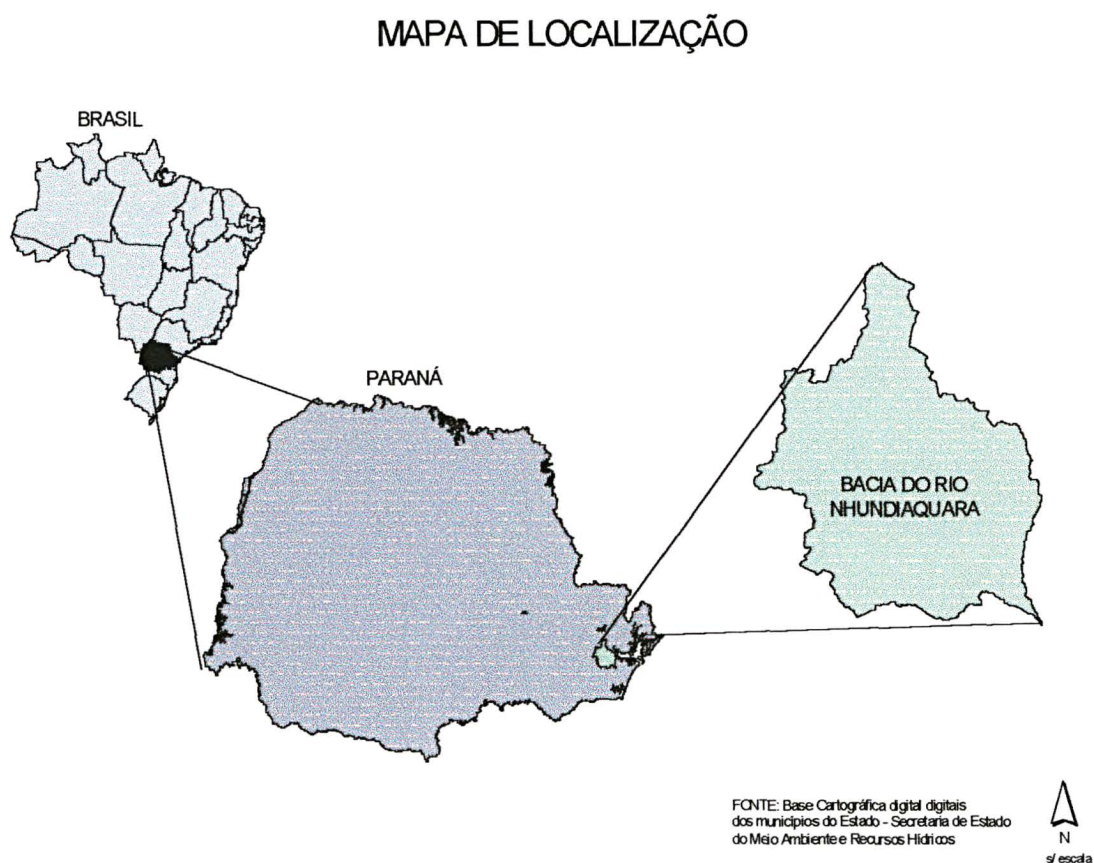
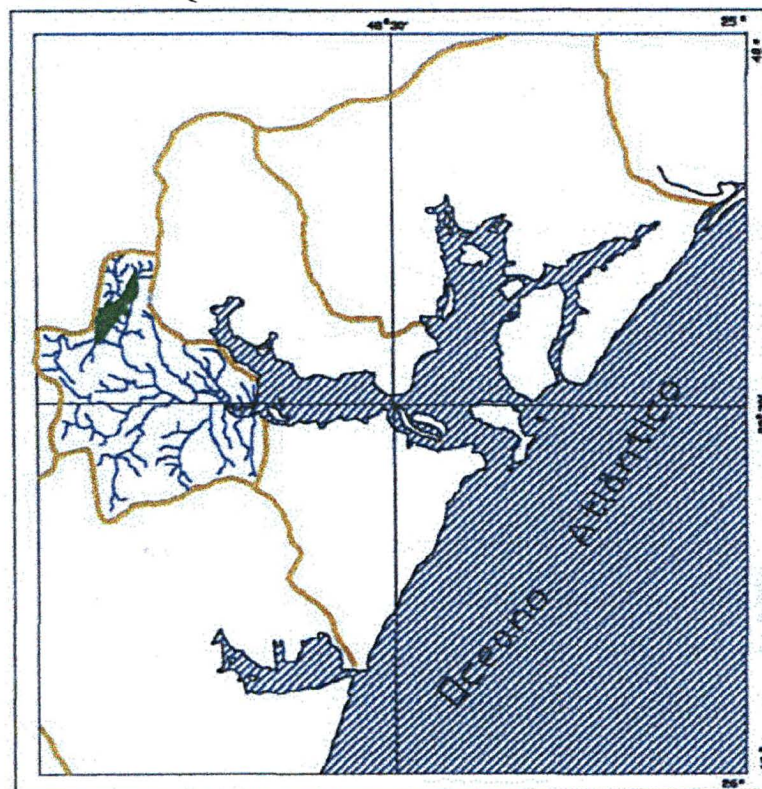




FIGURA 2 -LOCALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA



Fonte: BIGARELLA, 1978, adaptado

#### 4.1.3 Município de Morretes.

O município de Morretes para o estudo é bastante importante, pois a maior parte da bacia do Rio Nhundiaquara, drena este município. A distribuição dos municípios dentro da bacia consta na tabela 1, e pode ser observado na Carta Hidrográfica que contém os limites municipais.

TABELA 1 – MUNICÍPIOS CONTIDOS NA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Municípios	km <sup>2</sup>	ha	Porcentagem %
Morretes	584,28	58.428	82,18
Antonina	65,19	6.519	9,17
Piraquara	39,73	3.973	5,59
Quatro Barras	21,79	2.179	3,06

Fonte: Base Cartográfica SEMA

Morretes localiza-se na Microregião Geográfica do Litoral do Paraná. A sede do município apresenta coordenadas geográficas de 25°28'37" de Latitude Sul e 48°50'04" de Longitude Oeste; a altitude média é de 10 m, estendendo-se da encosta



da Serra do Mar para o leste. IBGE (1996)

O município de Morretes abrange uma área de 662,758 km<sup>2</sup> incluindo serras, colinas e planícies. Sua maior extensão norte-sul é de aproximadamente 40 Km em linha reta, e de cerca de 25 Km do leste a oeste (IPARDES, 1998; LIMA et al., 1970). Estende-se da Encosta da Serra do Mar para leste, limitando-se o este com os Municípios de São José dos Pinhais, Piraquara e Quatro Barras, ao norte com o município de Antonina e a Baía de Paranaguá, e ao leste, com o Município de Paranaguá. As divisas naturais de Morretes são formadas, ao norte e oeste pelos espigões das Serras dos Órgãos, Graciosa, Marumbi e Farinha Seca. A sudoeste pelas Serras da Igreja, Canavieiras e da Prata, a sudoeste pelo rio Arraial, numa altitude de aproximadamente 800 metros, e a sudeste pelos rios Sapitanduva e Jacareí, que separa dos Municípios de Antonina e Paranaguá. A fronteira oriental de Morretes fica cerca de 35 Km do Mar IPARDES, (1998).

As vias de acesso ao município são as rodovias federais BR-277 e BR-116, as rodovias estaduais PR-410 (Estrada da Graciosa), PR-411 e PR-408, bem como a estrada de ferro da Rede Ferroviária Federal. A distância que separa o município de Morretes da Capital do Estado é de 67 km, pela rodovia federal BR-277.

#### 4.1.4 Aspectos Históricos

Os primeiros imigrantes, vindos do litoral Paulista, na metade do século XVII, eram mineradores a procura de ouro, no entanto após o esgotamento das jazidas auríferas se retiraram da região, ficando apenas alguns lavradores, produzindo para consumo próprio. Após o ciclo do ouro, que começou a escassear a partir do século XVIII, o Litoral do Paraná passou por um período de retração econômica, o qual permaneceu até a abertura da vereda do Ipiranga, pois desenvolveu-se então um comércio inicialmente precário, entre o porto marítimo de Paranaguá, através de Morretes e os planaltos do Paraná. A vereda do rio Ipiranga, posteriormente, foi utilizada para implantação da linha de ferro centenária, que liga Curitiba a Paranaguá. ASCENÇO, (1995).

Na segunda metade do século XVIII, iniciou-se uma segunda onda de imigrantes no Município, composta principalmente de comerciantes e seus auxiliares. Esses começaram a se dedicar ao comércio intermediário entre Paranaguá e os povoados dos planaltos paranaenses, e ao beneficiamento da erva mate. A ocupação e a exploração agrícola do litoral, tendo sido desenvolvida na região de Morretes, talvez a única experiência na história do Brasil de exploração direta na lavoura da cana de açúcar por mão branca, representada pelos imigrantes italianos. Basicamente pela falta de conhecimento da cultura da cana e pela inadaptação às condições climáticas locais, a experiência não obteve êxito. LIMA et al. (1970).

Devido ao fracasso da cultura da cana de açúcar, descendentes destes grupos migraram posteriormente para Curitiba, mas deixaram em Morretes a semente da agro-indústria açucareira, pois ali ficaram alguns engenhos e alambiques.

A possibilidade de beneficiar no Litoral a erva mate extraída nos planaltos, a comercialização e a importação, ocasionou um surto de desenvolvimento industrial. Em 1830 a agricultura local teve um grande impulso, principalmente devido às condições favoráveis do mercado internacional. Sua posição geográfica, dificultava o acesso ao planalto, o município encontrava-se em condições privilegiadas, como escoadouro e intermediário comercial. Morretes e Porto de Cima chegaram a ser o centro cultural da então Província do Paraná.

A vida econômica do Município entrou em crise com a abertura da estrada de ferro Curitiba- Paranaguá. Com esta ferrovia, os portos de Morretes e Porto de Cima, como também as indústrias de beneficiamento, em especial de madeira, perderam sua importância e o intermediarismo deixou de existir. As maiores casas comerciais e industriais se transferiram para o planalto de Curitiba, causando o êxodo de capitais.

LIMA et al (op.cit.), em diagnóstico realizado sobre a produção agrícola do município, afirmou que tradicionalmente, Morretes era o maior produtor de bananas do Estado do Paraná. Mesmo não sendo mais antiga, o produto ocupava a maior área do Município, em produção. Na década de 50, Morretes era o maior produtor de bananas, tipo exportação, do Litoral sul do Brasil, exportando principalmente para a Argentina e Uruguai.

O transporte das bananas produzidas no município, era feito através dos rios Nhundiaquara, em seu curso inferior, o Marumbi e o Rio do Pinto, que eram navegáveis por pequenas embarcações, principalmente o rio Nhundiaquara, que no passado teve grande importância na história econômica do município, pois era bastante utilizado para levar, não só a produção de bananas, mas vários produtos e alimentos até o Porto de Cima. Isso direcionou os novos plantios para as planícies aluvionares desses rios.

Porém, a erosão assoreou os respectivos leitos fluviais desses rios com sedimentos de diversas granulometrias, desde argilas, areias e matações, de modo que somente com uma dragagem rigorosa poderia ser restabelecida a antiga navegabilidade. LIMA, (1970).

Os produtores mais distantes, nas serras, tinham dificuldade de transporte e ofereciam produtos de pior qualidade e difícil colocação. O cultivo de áreas com banana e mandioca era manual, sem utilização de insumos externos. A queda do preço da banana já levava alguns agricultores a buscar novas alternativas de renda. A extração do palmito (*Euterpe edulis*), espécie de ocorrência natural na região e com grandes estoques disponíveis naquela época, passou a absorver parte da força de trabalho das famílias, dando início à exportação do produto, no início da década de 60.

Com a abertura da rodovia federal em 1967, BR 277, ligando Curitiba à Paranaguá, o município sofre outra decaída. Antes disso, a PR-410 (Estrada da Graciosa), era o único acesso, por rodovia do Planalto ao Litoral.

A introdução da cultura do gengibre em Morretes, durante a década de 70, por agricultores de origem japonesa, criou uma nova opção econômica importante, dada a excelente qualidade do produto e a possibilidade de exportação. Essa cultura sofreu um grande impulso nos anos 80, com a implantação no município de empresas exportadoras do produto, que em conjunto com os agentes financeiros e extensão rural, deram apoio à aplicação do crédito rural e à difusão de tecnologia.

A ocorrência de solos demasiadamente arenosos ou pesados, com freqüente possibilidade de encharcamento, baixa fertilidade natural e alto risco de erosão nas encostas dos morros e serras, dificulta o preparo do solo e eliminam a possibilidade de

uma série de espécies, exigentes em relação aos fatores mesológicos.

A elevada pluviosidade ocorrente na região, além de tornar mais críticos os problemas de ocorrência de pragas e doenças e competição com ervas infestantes, acentua os riscos de erosão e de perdas da produção, por excesso de chuva no período da colheita.

MARCHIORO (op.cit.), chama a atenção para a diminuição drástica dos remanescentes de Florestas Primárias e Secundárias, nos últimos anos nas planícies aluvionares, com o aumento da área plantada de espécies olerícolas e gengibre, a partir da década de 80. O mesmo autor ainda discute a grande pressão existentes sobre os reduzidos estoques de palmito nas áreas de floresta, explorados de forma ilegal, e que servem de fonte alternativa de renda para alguns agricultores. “Esses estoques são também alvo de grupos organizados de “palmiteiros” que fazem “profissão” do roubo e comercialização não documentada”.

O poder público criou uma série de dispositivos de proteção aos recursos naturais, como resposta aos desmatamentos da Floresta Tropical Atlântica, e às instituições internacionais ligadas à ONU e ao Banco Mundial. A principal preocupação é preservar os remanescentes florestais da Floresta Tropical.

A bacia do rio Nhundiaquara, possui quatro unidades territoriais de proteção integral, onde nenhuma atividade é permitida, a saber: Parque Estadual do Marumbi (decreto 7.300 de 24 de outubro de 1990), Parque Estadual da Graciosa (decreto 7.302, de 24 de setembro de 1990), Parque Estadual do Pau Oco (decreto 4.266 de 21 de novembro de 1994), Parque Estadual Roberto Ribas Lange (decreto 4.267, de 21 de novembro de 1994); e quatro unidades de conservação ou territórios com uso do solo controlado, onde o uso dos recursos é permitido mas controlado, a saber: Área de Proteção Ambiental de Guaratuba (decreto 1,234 de 7 de março de 1992), Área de Especial Interesse Turístico do Litoral (lei estadual 7.389, de 12 de novembro de 1975), Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi (lei estadual 7.919, de 22 de outubro de 1984, regulamentada pelo decreto 5.308 de 18 de abril de 1985), Tombamento da Serra do Mar (inscrito no livro tombo de 25 de julho de 1986), (vide Carta Planialtimétrica, figura 3, e Carta Imagem da Bacia do Rio Nhundiaquara, figura

4) e 8 diferentes normas de regulamentação de uso dos recursos naturais de interesse para a área, a saber: política Nacional do Meio Ambiente (lei nº6938, de 31 de agosto de 1981), Código Florestal (lei 4.771 de 15 de novembro de 1965), Lei de Proteção à Fauna (lei 5.197 de 3 de janeiro de 1967), Proteção e Estímulo à Pesca (decreto lei 221, de 28 de fevereiro de 1967), Gerenciamento Costeiro (lei 7.661 de 16 de maio de 1988), Lei de Agrotóxicos (lei 7.802 de 11 de julho de 1989), Decreto Mata Atlântica (decreto 750 de 1993), Lei de Uso do Solo Agrícola (lei 8.014 de 14 de novembro de 1984).<sup>12</sup>

A superposição dessas restrições, sob responsabilidade de implementação e fiscalização, tem gerado disfunções e conflitos na aplicação das normas e conseqüentemente ocasionando conseqüências negativas tanto para os agricultores tradicionais, como para o meio ambiente.

#### 4.1.5 Caracterização da Floresta Atlântica

De acordo com UEC, (1992) a Floresta Atlântica é apontada por diversos especialistas como uma das florestas tropicais mais ameaçadas de extinção, quando da época do descobrimento representava 12% do território nacional, e hoje restam apenas 5% da cobertura original. As espécies remanescentes estão associadas às florestas secundárias de grande importância com características próprias, e alto grau de endemismo considerado um conjunto único de significado mundial.

As florestas tropicais úmidas continuam sendo destruídas em ritmo preocupante. A diversidade na Floresta Atlântica, contém um grande patrimônio genético e paisagístico, no entanto de extrema fragilidade. De acordo com a UEC, (1992):

*“A Mata Atlântica engloba um diversificado mosaico de ecossistemas florestais, com estruturas e composições florísticas bastante diferenciados, acompanhando a diversidade de solos, relevo e características climáticas da vasta região que ocorre, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano. No reverso da escarpa, em suas porções voltadas para o*

<sup>12</sup> As Informações sobre as unidades de conservação IAP Instituto Ambiental do Paraná (1996)

*interior, caracteriza-se como uma mata de planalto, resultante da existência de um clima úmido mas com estacionalidade bem marcada.”*

A conservação dos remanescentes mais significativos da Floresta Atlântica, tem sido preocupação dos governos estaduais e federais há algumas décadas. Têm sido criado para proteção deste bioma, Parques, Reservas, Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, como já foi visto. O tombamento da Serra do Mar foi um passo decisivo para preservação de ambientes nessa floresta.

Alguns profissionais como Reinhard Maack e João José Bigarella, já nas décadas de 60 e 70, advertiam autoridades governamentais, da necessidade de se proteger a Serra do Mar, pois a exploração da madeira e do palmito, exibiam marcas de devastação, dando início assim a uma causa onde era o lema, segundo URBAN, (1987) “lutar sem trégua pela preservação legal da Serra”. Assim vários foram os esforços no sentido de evitar a exploração da Serra, resultaram na Criação da Área de Especial Interesse Turístico em 1984. Após o tombamento da Serra do Mar na porção do Estado de São Paulo, como Patrimônio da Humanidade em 1986, o Conselho Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico, homologou ficando a Serra do Mar inscrita no Livro Tombo.

Já em 1974, Bigarella e outros autores alertavam para os graves problemas do desmatamento na Serra do Mar, e já se previam conseqüências desastrosas, o referido autor afirma que:

*“Consideramos o Desmatamento da Serra do Mar um problema de segurança: Segurança Nacional, visto que agredindo a natureza da região, serão inevitáveis os danos às vias de comunicação, estrutura portuária e ao desenvolvimento sócio-econômico desta estratégica região”. BIGARELLA, (1974).*

Segurança Nacional, não apenas como questão militar, mas considerada no âmbito da nação segura, àquela que tem uma população consciente, saudável e educada, assim como um ambiente saudável e produtivo. Para tanto, os órgãos públicos possuem muita responsabilidade no que se refere ao gerenciamento dos recursos naturais.



# CARTA PLANIALTIMÉTRICA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 3

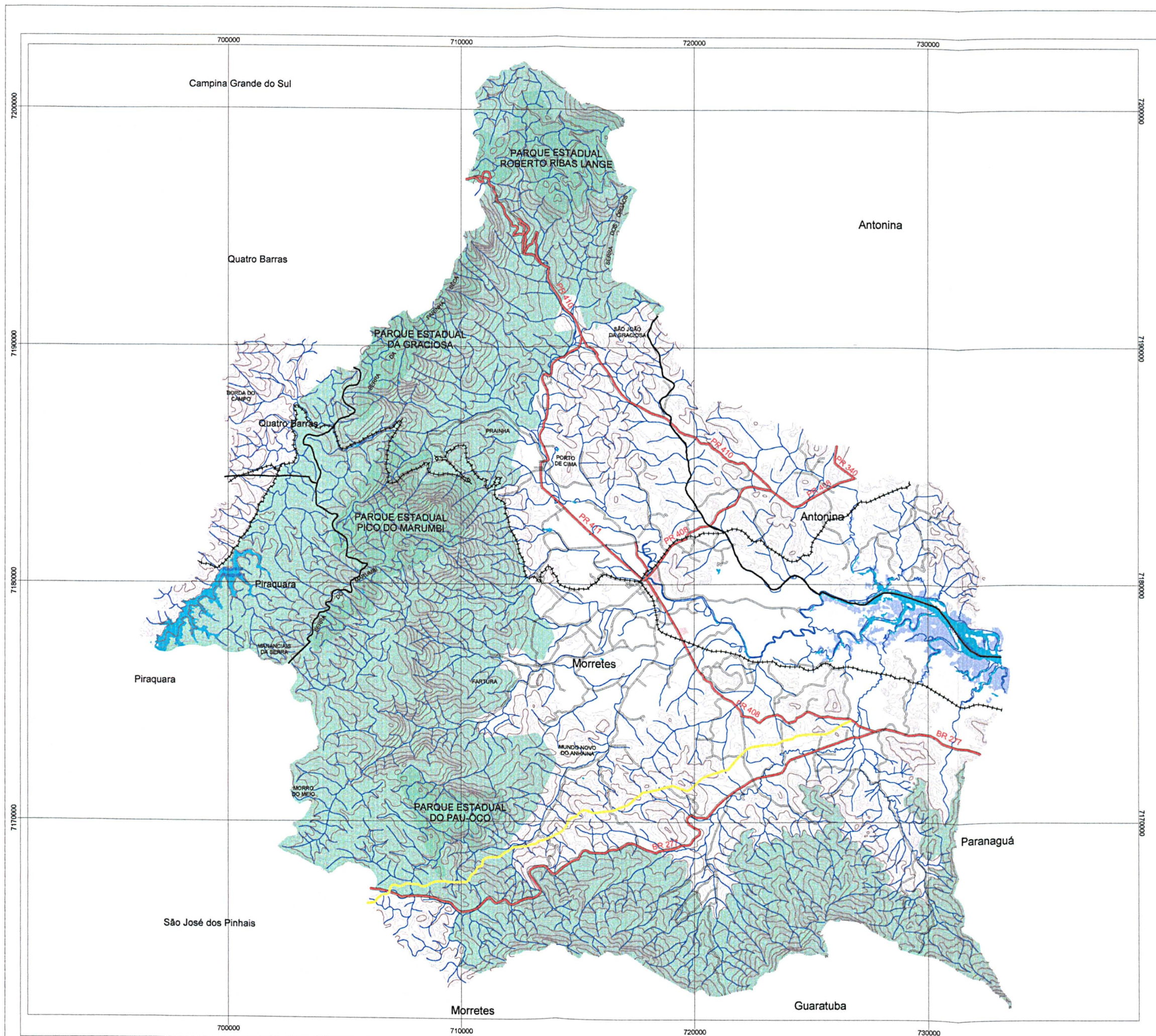
## LEGENDA

- LIMITES MUNICIPAIS
- RODOVIAS
- FERROVIA
- ESTRADAS SECUNDÁRIAS
- OLEODUTO
- CURVAS DE NÍVEL
- CURVAS MESTRAS
- RIOS
- PERÍMETRO URBANO
- MANGUES
- UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL
- UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE MANEJO SUSTENTÁVEL
- REPRESAS / LAGOS / BAÍAS



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.  
Eqüidistância de 20 metros entre as curvas de nível.

Fonte: Digitalização das curvas de nível das Folhas 1:50000 do IBGE/DSG  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva








# CARTA IMAGEM

## BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 4

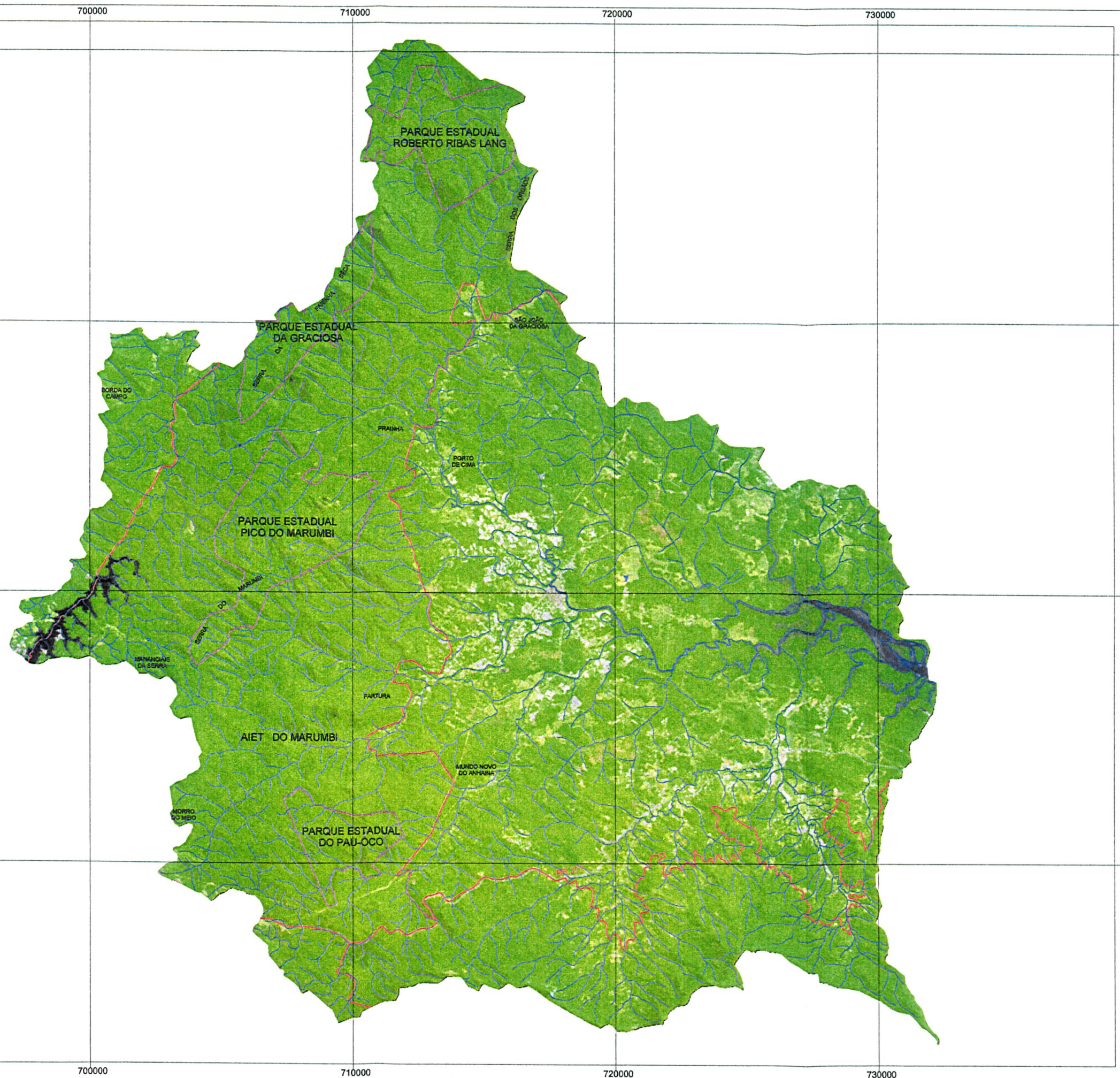
### LEGENDA

-  Rios
-  Unidades de Conservação de Uso Sustentável
-  Unidades de Conservação de Proteção Integral



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.  
Imagem de satélite Land Sat 7TM+, bandas 3R, 4G e 5B de 26/09/1999.

Fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA- modificada  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





## 4.2 ASPECTOS FISIOGRAFICOS E ELEMENTOS DA PAISAGEM

### 4.2.1 Clima

O clima é definido como sendo o conjunto de condições meteorológicas, (temperatura, pressão atmosférica ventos, umidade, precipitação) características do estado médio da atmosfera, em dado ponto da superfície terrestre. O clima portanto, refere-se às características da atmosfera inferidas de observações contínuas durante longo período. AYOADE, (1991).

Na costa sul do Brasil, a topografia de acentuada amplitude, a orientação do relevo e a proximidade com o oceano, condicionam o clima. As influências principais ocorrem na quantidade de precipitação, no aumento da umidade relativa do ar, na temperatura, na redução diária e anual da amplitude térmica.

No sul do Brasil, os centros de ação atmosférica que atuam segundo o esquema de NIMER são, os anticiclones subtropicais do Atlântico e do Pacífico, o anticiclone Migratório Polar e o centro de baixa pressão do Chaco. A depressão do mar de Weddel também influencia na circulação sul brasileira, e quando reforçada pela Frente Polar Atlântica, atrai os sistemas intertropicais em direção ao Pólo Sul.

Várias massas exercem de alguma forma, influência nas condições do tempo da costa sul brasileira; destacam-se a Tropical Atlântica, Tropical Continental, Equatorial Continental, Polar Pacífica e a Polar Atlântica.

No continente sul americano, observa-se que a Frente Polar se bifurca em duas frentes: Polar Atlântica e a Polar Pacífica. Isso ocorre pela presença dos Andes, principalmente, barreira orográfica que se estende no sentido norte-sul. A Frente Polar Atlântica é dotada de grande mobilidade atuando principalmente na costa do Brasil SEMA (1996).

O estado do Paraná está dentro da zona tropical em sua maior parte, e sofre influência de algumas dessas massas de ar. Os fenômenos climáticos que atuam no estado, estão definidos neste sistema mais amplo, como os que afetam o Brasil Meridional. BIGARELLA,(1978)

As massas de ar atuam de acordo com alguns fatores, determinando o clima geral em todo o estado, como: a posição do sol determina o avanço para o sul, de

massa de ar de baixa pressão no verão, no inverno há migração dos anticiclones do Atlântico sul para o norte provocando a infiltração de massas de ar frio.

O alísio de Sudeste, cujo raio de ação freqüentemente ultrapassa os 25 graus de latitude sul, determina, segundo sua força, o desvio e a extensão da região atlântica tropical de pressão baixa em direção ao sul, bem como determina o avanço dos anticiclones no atlântico sul, através da infiltração de massas de ar frio e da frente polar em direção ao norte.

Na região litorânea do Paraná, a circulação nos baixos níveis é controlada na maior parte do ano pelo anticiclone do Atlântico Sul. A massa de ar tropical Atlântica é estável, porém instável em seu ramo ocidental. No verão esta instabilidade aumenta, quando as denominadas “frentes frias”, as correntes de sudeste e leste ascendem na Serra do Mar. O ar se esfria com a queda de pressão, tornando-se saturado. Esse processo propicia a formação de nevoeiros e chuvas próprias das “frentes frias”.

As precipitações orográficas de ascensão da Serra do Mar, estão condicionadas à ação da corrente marítima quente do Brasil, que influencia consideravelmente as temperaturas da costa leste da América do Sul, fazendo avançar o caráter climático tropical quente e úmido para muito além de 26 graus de latitude sul. BIGARELLA (op.cit).

A presença de grandes escarpas, a proximidade do mar e a influência dos sistemas atmosféricos tropical atlântico e polar, determinam a ocorrência de chuvas orográficas, que são essencialmente locais.

Quando há o deslocamento rápido da “frente fria”, seus efeitos e duração são menores, representando uma instabilidade menos considerável, mas quando permanece estacionária em posição paralela à costa, ocorrem chuvas torrenciais persistentes e forte nebulosidade.

A situação topográfica da área da bacia do Rio Nhundiaquara, determina faixas climáticas, que variam em função do volume de chuvas e da insolação. A que se estende ao longo da Serra do Mar, de norte a sul, numa largura de cerca de 6 a 8 km, cobrindo as encostas e uma estreita faixa nas raízes da serra, denominada faixa da Encosta. Outra que cobre quase todo restante da superfície da bacia do Nhundiaquara,

até uma altitude de 50 m do nível do mar, denominada de faixa da Baixada (LIMA et al, 1970; GODOY et al., 1976). E ainda uma última que, segundo o IAPAR (1994), cobre as porções mais baixas (planícies litorâneas), com altitudes inferiores a 50m de altitude.

A faixa da Encosta apresenta umas das precipitações mais elevadas do Brasil. A brisa atlântica, subindo a Serra do Mar, condensa a umidade do ar formando nuvens que originam altas precipitações. Registros meteorológicos dos últimos 70 anos já acusaram o máximo de precipitação anual, na faixa da Encosta, de 7.473mm, no ano de 1937. As precipitações médias para essa faixa, em um período de 32 anos, foram de 3.470 mm anuais, MARCHIORO (1999).

De acordo com IAPAR (1994), o clima predominante de Morretes (onde se localiza a maior porção da bacia do Nhundiaquara), está inserida na faixa de Encosta, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cfa- Subtropical Úmido Mesotérmico, o C significa clima pluvial temperado: o mês mais frio, de temperatura média compreendida entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $+18^{\circ}\text{C}$ ; o f indica, clima sempre úmido com chuvas em todos os meses do ano, e o a indica, que a temperatura média do mês mais quente está acima de  $22^{\circ}\text{C}$ , assim o Cfa pode ser definido; com verões quentes e geadas menos freqüentes, sem estação seca definida. A temperatura média do mês mais quente é superior a  $22^{\circ}\text{C}$  e do mês mais frio inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ . Nas altitudes situadas acima de 700 a 1532 metros segundo IPARDES (1995) na Serra do Mar, o tipo é o Cfb, e possuem médias térmicas inferiores e ocorrência de geadas no inverno, sendo b relativo à temperatura média do mês mais quente inferior a  $22^{\circ}\text{C}$ .

Nas porções mais baixas (planície litorânea), segundo a mesma classificação, o clima é do tipo Af, Tropical Super Úmido, sem estação seca, com temperatura média em todos os meses superior a  $18^{\circ}\text{C}$ , isento de geadas e com precipitação média, no mês mais seco, acima de 60 mm. A temperatura média anual varia de  $19^{\circ}\text{C}$  a  $18^{\circ}\text{C}$ . A temperatura média do mês mais frio varia de  $17^{\circ}\text{C}$  a  $19^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais quente de  $24^{\circ}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ . IAPAR (1994).

Na faixa de Baixada, as médias indicam uma precipitação próxima de 1989mm anuais, com 203 dias chuvosos durante o ano. A média da umidade relativa do ar é de

85% e a evapotranspiração potencial anual é de 800 a 900mm, provocando excedentes hídricos anuais superiores a 1.200mm. MARCHIORO (op.cit).

#### 4.2.1.1 Pressão Atmosférica e Ventos

A pressão atmosférica e os ventos no litoral paranaense, sofrem influência tanto da circulação geral das massas de ar quanto de fatores locais, como aquecimento diferenciado entre a terra e águas. Nos meses de inverno, predominam nessa região as massas de ar subtropical de pressão alta do Anticiclone Sul. Os valores de pressão registrados IPARDES,(op. cit), são superiores a 1018 mb. Nos meses de verão, devido ao aquecimento significativo da terra e da água, os valores de pressão caem para menos de 1015 mb. Nos meses de janeiro, os ventos sopram do nordeste. Verificam-se ainda, ventos imperiódicos do anticiclone do Atlântico Sul e ventos alísios, ambos proveniente do sudeste. No mês de julho predominam os ventos do Anticiclone Sul e ventos alísios ambos provenientes do sudeste.

Quando da ausência de uma circulação regional de maior energia, no litoral paranaense, comparecem dois tipos de circulação local. Um deles se observa entre o continente e o mar, onde se estabelece uma circulação de brisas. Durante o dia o ar se desloca em direção ao continente, visto que este se aquece mais rapidamente do que o mar. Durante a noite, como o continente se esfria mais rapidamente do que o mar, os ventos se deslocam em sua direção. Outro tipo de circulação, é o que se estabelece entre a planície litorânea e a Serra do Mar. Durante o dia o ar aquecido se eleva, penetrando pelos vales da serra, e á noite o ar frio das partes mais altas da serra desce para a planície. Esta circulação atmosférica se manifesta, principalmente, nos períodos de calmaria, em que a área está sob influência da Massa Polar com restrita circulação regional. Dependendo das condições de temperatura e umidade, pode haver condensação e precipitação em terra, quando o ar se desloca do oceano para o continente. Parte das chuvas e neblinas que ocorrem nas escarpas e porções mais elevadas da serra, está relacionada com este processo de circulação local.

Os dados com médias anuais para o período de 1966-2000 da Estação de Morretes, estão expressos na tabela 2.

TABELA 2 – DADOS CLIMÁTICOS

DADOS CLIMÁTICOS																
Período: 1966/2000																
MÊS	Temp .Ar (.c)						U.Rel Vento			Precipitação				Evapo Insola ração ção.		
	med max	med min	max abs	ano	min abs	ano	**Med Comp	med %	dir pr.	M/s	total	max 24h	Ano	Ndc *** a	total mm	total horas
JAN	30,3	20,7	40,1	84	14,3	*vrs	24,5	83	NE	1,5	297,5	103,6	99	22	63,7	152,1
FEV	30,4	21,1	41,0	75	15,0	72	24,7	85	NE	1,3	248,4	112,7	95	19	53,9	139,5
MAR	29,1	20,2	38,0	98	9,9	76	23,7	86	NE	1,2	238,9	135,0	74	20	51,6	143,6
ABR	26,9	18,0	36,4	85	4,3	71	21,6	86	NE	1,2	114,7	112,0	83	15	46,6	137,7
MAI	24,8	15,3	33,4	78/95	1,4	68	19,1	85	NE	1,2	111,8	94,4	83	12	44,4	150,5
JUN	22,8	13,1	33,0	97	-0,9	67	17,0	85	NE	1,2	101,3	84,7	82	11	40,6	131,3
JUL	22,5	12,8	34,8	77	0,2	75	16,6	85	NE	1,2	103,6	96,8	95	12	41,0	133,8
AGO	22,8	13,4	37,5	93	0,3	84	17,1	86	NE	1,3	82,7	65,4	73	12	44,9	120,7
SET	23,1	14,8	39,8	97	1,4	72	18,2	86	NE	1,4	136,6	101,0	92	17	42,7	92,0
OUT	25,1	16,7	40,2	91	6,6	70	20,1	84	NE	1,5	156,8	68,4	80	19	51,8	107,3
NOV	27,3	18,2	39,5	91	8,9	70	22,0	81	NE	1,6	151,7	94,2	78	17	62,4	132,5
DEZ	29,1	19,8	39,3	71	11,8	72	23,6	82	NE	1,6	202,9	99,2	70	20	65,8	139,7
ANO	26,2	17,0					20,7	84,5			1946,9			196	609,5	1580,6
*** EXT			41,0	02/75	-0,9	06/67						135,0	03/74			

ESTACAO: MORRETES / CODIGO: 02548038 / LAT: 25.30 S / LONG: 48.49 W / ALT: 59 M

Fonte INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANA/ AREA DE ECOFISIOLOGIA (dados brutos)

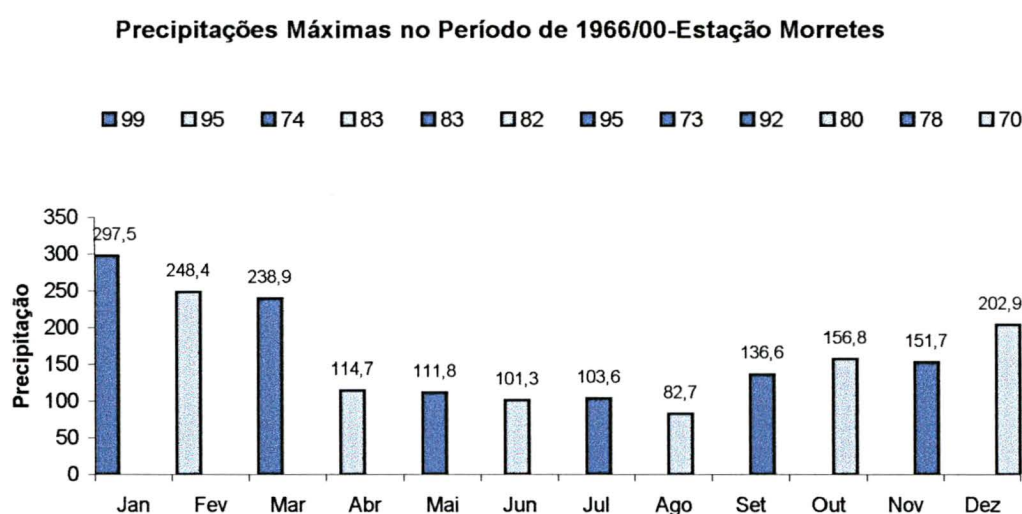
\*vários anos \*\*Média comparada \*\*\* Situações extremas \*\*\*\* Número de dias com chuva

Quanto à velocidade dos ventos, segundo medidas feitas na Estação de Morretes com médias anuais de velocidades dos ventos, não apresentam flutuações significativas. Os valores máximos verificados não ultrapassam 1,6 m/s. No verão a velocidade dos ventos aumenta e no outono reduz. A partir do início do inverno até o verão, há uma tendência de aumento de intensidade, embora pouco expressiva. No período de 1966 a 2000, há uma pequena flutuação na ordem de 1.2 a 1.6 m/s, o que os classifica como aragem, os meses de maior intensidade dos ventos vão de novembro a fevereiro, período que corresponde ao período mais chuvoso e estação de verão.

#### 4.2.1.2 Precipitação Temperaturas e Umidades do Ar

Os gráficos dos índices anuais de chuva dos trinta e três últimos anos evidenciam à elevada incidência de chuvas, relativamente bem distribuídas em todos os anos, com redução centrada nos meses de inverno, refletindo um ritmo ainda nitidamente tropical. Vide gráfico 1 de precipitação para o período de 1966-2000.

#### GRÁFICO 1 - PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS – ESTAÇÃO DE MORRETES

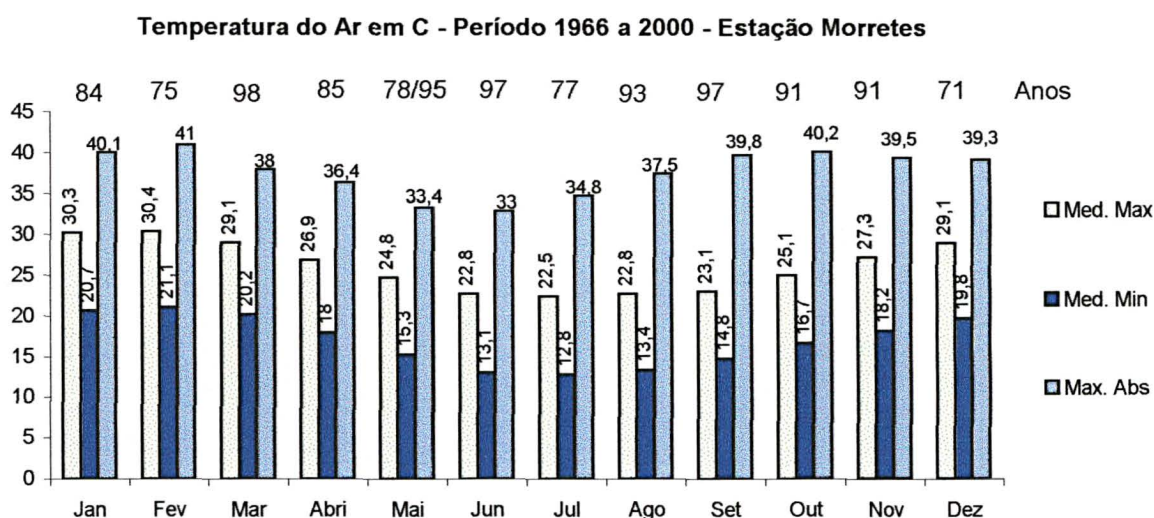


FONTE: Estação Morretes, IAPAR 2000

Observa-se que nos meses de dezembro a março, período de incidência de verão, com a retirada e enfraquecimento do anticiclone Atlântico Sul, a massa fria fora de influência, produz fortes aguaceiros.

Os dados de temperatura do ar, para os anos de 1966 a 2000, mostram que as variações de temperatura são bastante regulares. A máxima absoluta no período analisado, foi de 41 °C, nos meses de fevereiro, período que corresponde à estação de verão, vide gráfico 2 de temperatura do ar com as medias máximas, médias mínimas e máximas absolutas.

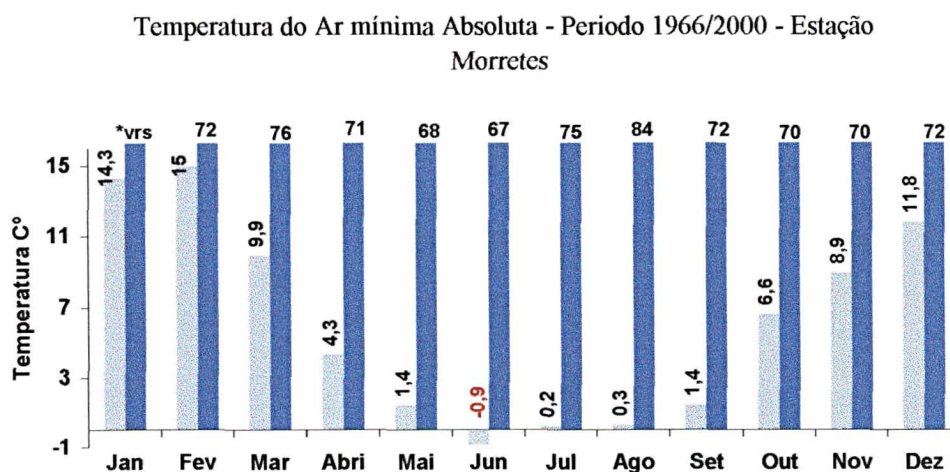
## GRÁFICO 2 -TEMPERATURA DO AR – ESTAÇÃO MORRETES



FONTE: Estação Morretes, IAPAR 2000

As mínimas absolutas, para o mesmo período corresponderam a  $-0,9^{\circ}\text{C}$  e  $0,2^{\circ}\text{C}$  em dois meses de julho e 0,3 em agosto, período de inverno. Essas temperaturas mínimas registradas são situações extremas. Vide gráfico 3

## GRÁFICO 3- TEMPERATURA DO AR MÍNIMA ABSOLUTA



Os dados de umidade relativa para os últimos trinta e três anos, no período de 1966 a 2000, na Estação de Morretes, demonstram que há um elevado percentual de umidade. Assim, podemos afirmar que a floresta desempenha um papel importante, podendo interferir para que as condições de alta umidade permaneçam. As médias de umidade para os períodos analisados, variaram na ordem de 81% a 87%, representando um percentual bastante elevado.


Os índices de insolação no mesmo período, demonstram forte incidência de raios solares na região. Devemos considerar que a cobertura vegetal, na porção exposta da Serra do Mar, recebe raios solares diretamente nas porções mais elevadas e expostas. Contudo o aspecto morfológico da Serra do Mar, pode interferir para que parte da serra, principalmente as partes mais profundas, dependendo da inclinação e exposição da encosta, receba uma insolação menor ou quase não ocorra nenhuma em alguns locais. Os dados se referem ao Município de Morretes, mas mesmo assim, não podemos esquecer de destacar a variabilidade de ambientes nesse município, que corresponde a maior parte da bacia do Nhundiaquara. Pode-se ter uma idéia da exposição da área ao observarmos a figura 5 , Imagem Exposição em 3 D da Bacia do Rio Nhundiaquara.




IMAGEM EXPOSIÇÃO 3D  
BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 5

Legenda:

 Cotas com valores máximos, menor intensidade de iluminação durante o ano, em relação ao norte

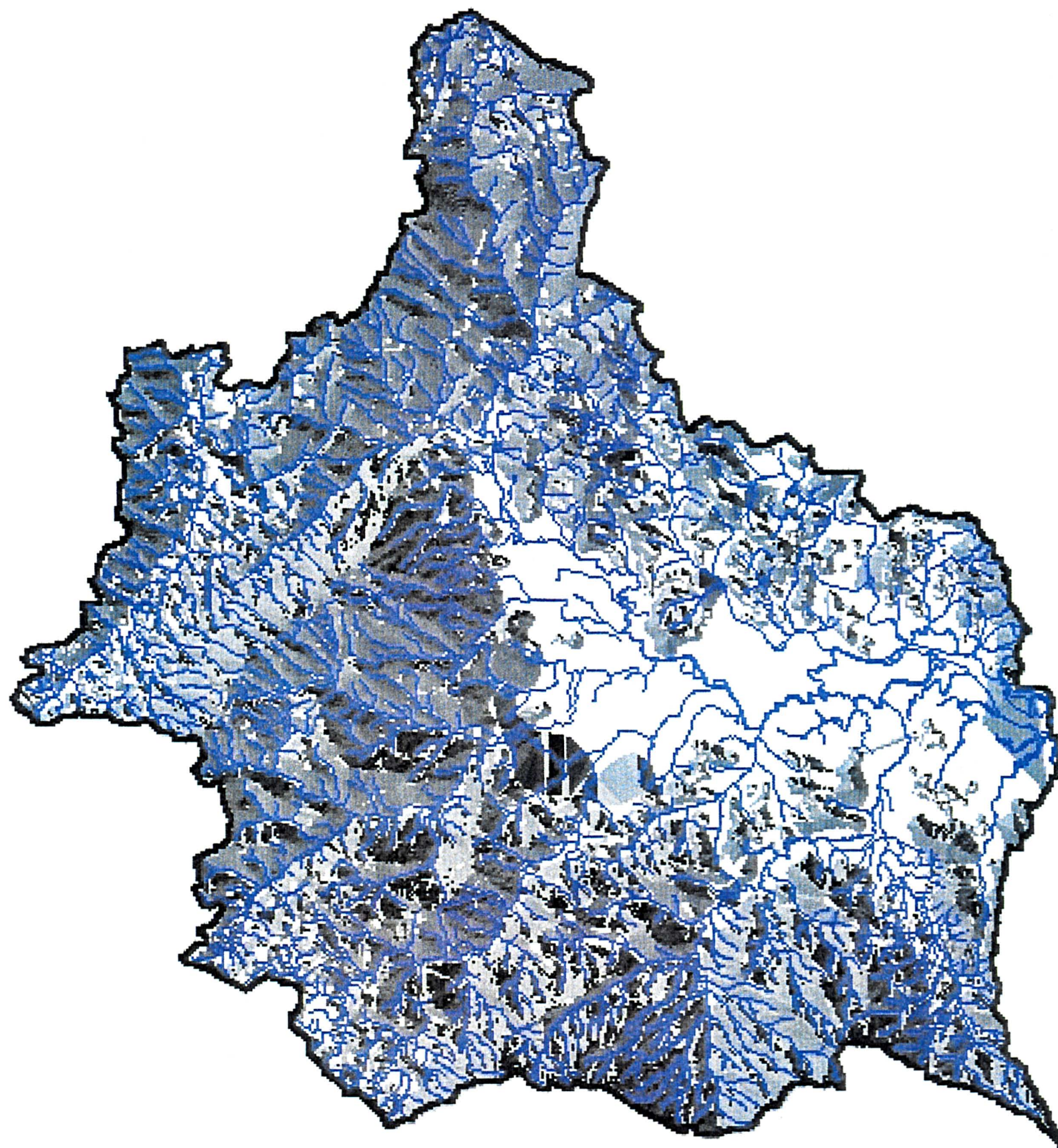
 Cotas com valores mínimos, maior intensidade de iluminação durante o ano, em relação ao norte

 RIOS



Exposição obtidas através de modelo de triandulação digital do terreno (TIN), em curvas de nível com equidistância de 20 metros. Gerado à partir do Spring 3.4 - Função: Gerar Exposição

Fonte: Digitalização das curvas de nível das Folhas 1:50000 do IBGE/DSG  
Escala aproximada: 1:200.000  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva



#### 4.2.2 Geologia

A atual superfície do Estado do Paraná, teve sua origem na ação de sistemas hidrográficos, movimentos epirogênicos e tectônicos, além da influência climática. A zona litorânea é constituída por um bloco de falha do Complexo Cristalino do Pré-Cambriano. O Aspecto fisiográfico desta paisagem, é originário de um complexo processo de tectonismo de falha, que abrange a maior parte da orla continental leste da América do Sul. A alternância de climas secos e úmidos modelou o aspecto morfológico dos terraços e blocos. BIGARELLA, (1981).

A planície litorânea, foi constituída na sua maioria, pelos aluviões que se fundiram no litoral com as areias trabalhadas pelo mar, originando uma região topográfica e pedológica bem diferente e típica, que contrasta com a topografia ondulada das proximidades, onde se encaixam vales estreitos e bastante profundos BIGARELLA, (1978).

##### 4.2.2.1 Litologias Dominantes

Os litotipos dominantes na região estudada, são os gnaisses diversos e migmatitos do Complexo Cristalino arqueano e os filitos do Grupo Açungui. Ocorrem ainda corpos graníticos intrusivos, de forma alongada ou arredondada, denominados Granitos Graciosa, Anhangava e Marumbi. Tais unidades constituem o arcabouço rochoso. BIGARELLA, (op.cit)

Diversos diques básicos cortam as rochas da região, havendo ainda alguns depósitos sedimentares (fluviais, marinhos e mistos) existentes na baixada de Paranaguá e no planalto de Curitiba. Este litotipo abrange faixas de direção NE - SW. (Vide Carta Geológica figura 6).



#### 4.2.2.2 Estruturas Geológicas Regionais

As feições estruturais mais evidentes, são a foliação das rochas metamórficas de médio e alto grau que predominam na área, além das fraturas. A orientação preferencial da foliação é NE – SW, com mergulho íngreme para NW. Já as fraturas têm basicamente duas direções preferenciais: NE – SW e NW – SE.

A geologia da área foi mapeada e quantificada pelas feições geológicas encontradas, expressa na tabela 3

**TABELA 3 - RESUMO DA CARTA GEOLÓGICA EM PERCENTUAIS.**

GEOLOGIA	km <sup>2</sup>	ha	PORCENTAGEM %
Mangue	7,20	720	1,01
Sedimentos Arenoso-sílticos-argilosos de baía	3,76	376	0,53
Aluviões indiferenciados	137,13	13.713	19,30
Coluviões	13,89	1.389	1,96
Sedimentos Arenosos de origem marinha	0,73	73	0,10
Microgranito intrusivo	0,70	70	0,10
Seq. sedim: conglomerado, arcósios e silitos	3,81	381	0,54
Granitos Anatexia	1,54	154	0,22
Granitos Intrusivos	151,66	15.166	21,35
Quartzitos	2,22	222	0,31
Seqüência Vulcânica ácida	0,84	84	0,12
Deposito de talus	69,46	6.946	9,78
Micaxistos	8,07	807	1,13
Migmatitos	305,94	30.594	43,07
Rios	3,42	342	0,48
<b>TOTAL</b>			<b>100,00</b>

Fonte: Carta Geológica

#### 4.2.3 Solos

Com base na Carta de Solos EMBRAPA, 1981, e dados EMBRAPA/IAPAR (1977,1984), os solos para a bacia do Rio Nhundiaquara, apresentam 6 principais classes em seu território.(Vide Carta de Solos, figura 7).

Segundo trabalhos já mencionados, na bacia do Rio Nhundiaquara, a classe Cambissolo é a de maior ocorrência. São solos minerais, com seqüência de horizontes A, B e C, que apresentam horizonte B câmbico não hidromórfico. São solos que apresentam um certo grau de evolução, com minerais primários não totalmente meteorizados. Não possuem acumulações significativas de óxidos de ferro, húmus e argilas que permitem identificá-los, são menos profundos e evoluídos, com menor atividade da argila e pela presença de minerais amorfos, pelos teores de silte mais elevados, pelos teores de argilas mais elevados no A do que no B e pela coloração mais pálida.

A posição na paisagem, o relevo e o material de origem dessa classe, definem suas características físicas e químicas. Podem ocorrer, nas diversas situações de relevo, a unidade Cambissolo Distrófico com A moderado, textura argilosa fase tropical perenifólia de várzea, terreno plano, ocorre ao longo dos rios. Apesar de não se tratarem de solos de alta fertilidade natural, são os solos que no litoral melhor se adaptam à agricultura.

A Segunda classe de solos em ocorrência, é a Podzólico Vermelho Amarelo. São solos minerais, não hidromórficos, com seqüência de horizontes A, B (textural) e C, baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação de base. Apresentam profundidade variando de 1 a 2 metros, com boa drenagem e perfis bem diferenciados. O horizonte A é de textura mais arenosa, com estrutura granular, e o horizonte B de textura mais argilosa, com estrutura prismática, composta de blocos subangulares e angulares, com filme de argila revestindo os elementos estruturais.

As unidades ocorrentes dessa classe situam-se em relevo ondulado e forte ondulado, o que implica em sérios riscos de erosão. A fertilidade natural é baixa, com teores variáveis de alumínio trocável, o que representa impedimentos à agricultura.

A bacia também, apresenta uma pequena ocorrência de classes de solos, Latossolo Vermelho Amarelo. São solos minerais, com seqüência de horizontes A, B (latossólicos) e C, com baixa capacidade de troca de cátions, argilosos, ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis, com predominância de argila do tipo

2:1. São solos com horizonte B profundo, bem drenados e porosos. A estrutura é do tipo granular ou subgranular fracamente desenvolvida.

Essa unidade ocorre na bacia do Nhundiaquara, em uma situação de relevo fortemente ondulado. A fertilidade natural é baixa, com elevados teores de alumínio trocável. O controle da erosão é difícil, exigindo práticas intensivas de conservação de solos.

Ocorre também na bacia do Nhundiaquara, a classe dos Solos Hidromórficos Gleyzados. São solos minerais, com horizontes Gley, de textura argilosa, localizados nos terrenos baixos, com grande influência do lençol freático, por um longo período do ano. Situam-se em relevo plano, ocupando as várzeas dos rios e demais áreas mal drenadas. Apresenta diversos graus de saturação de base. Têm limitações sérias à agricultura, pois para serem utilizados necessitam de drenagem.

Os Solos de Mangue, são solos minerais alagados, com profundidade limitada pelo lençol freático. Na bacia do rio Nhundiaquara, ocorre nas partes baixas, sujeitas à influência direta do fluxo e refluxo das marés, em situações onde as águas são mais calmas e no litoral são de aspecto lodoso, e não possuem potencial agrícola.

Os solos ocorrentes na bacia foram quantificados e estão descritos na tabela 4.

TABELA 4- RESUMO DA CARTA DE SOLOS EM PERCENTUAIS.

TIPOS DE SOLOS	km <sup>2</sup>	ha	PORCENTAGEM %
AR2	137,30	13.730	19,46
Ca1	2,40	240	0,34
Ca11	1,10	110	0,16
Ca15	73,60	7.360	10,43
Ca31	40,30	4.030	5,71
Ca6	72,00	7.200	10,21
Ca9	49,90	4.990	7,07
Cd2	108,60	10.860	15,39
HG2	40,40	4.040	5,73
HG3	16,50	1.650	2,35
LVa4	13,60	1.360	1,94
PVa10	86,10	8.610	12,20
PVa25	26,40	2.640	3,74
PVa3	4,30	430	0,61
SM	32,90	3.290	4,66
<b>TOTAL</b>			<b>100,00</b>

Fonte: Carta de Solos/ EMBRAPA 1981 escala 1.600000



# CARTA GEOLÓGICA


















## BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 6

### LEGENDA:

-  Estradas secundárias
-  Rodovias
-  Oleoduto
-  Rios

### GEOLOGIA

-  Mangues: Manguesais - mangues (mangrove) - Holoceno - Quaternário
-  Sedimentos Arenosos de orig. mar. indif. (Qm)-Holoceno
-  Sedimentos Arenos silty argilosos de baía: (Qb)-Holoceno
-  Aluviões: Encontrados em partes marinhas região SE (Qa) indiferenciados (Qa<sup>1</sup>) antigos (Qa<sup>2</sup>) recentes- Quaternário Holoceno
-  Coluviões: (Qc)Quaternário/ Holoceno
-  Conglomerados,arcósis, areias e argilitos da formação Alexandra (Qax<sup>1</sup>) do Pleistoceno - Quaternário
-  Sequência sedimentar:conglomerados, arcósis e siltytos : (ePsd)- Formação Guaratubinha do Paleozóico
-  Granitos: (Ga),(Gg),(Gm)- Anhangava - Graciosa -Marumbi - Granito intrusivo subalcalino - (YM) Granito Marumbi - (Ysi) Granito Serra da Igreja-Pré-Cambriano
-  Granitos: (pE Y)- Granito anatexia
-  Quartzitos: (pEq) Quartzitos indiferenciados do Pré- Cambriano
-  Sequencia Vulcanica Ácida: Riólito, epiroclástico formação Guaratubinha - Holoceno -
-  Microgranito intrusivo: Holoceno
-  Mica-xisto: (pEmx)- em Paranaguá Micaxistos principalmente biotita- muscovita- xistos - incluindo localmente quartzo- micaxisto - (pEmx) - em Antonina - (peMX<sup>1</sup>- peMX<sup>2</sup>) Micaxistos indiferenciados incluindo localmente quartzo - micaxistos e quartzito - Granada - biotita - muscovita: xistosclorita - biotita muscovita: xistos
-  Migmatitos: Morretes(Xm) - Migmatitos-xistos -magnesianos-(M<sup>2</sup>)- Migmatitos Homogêneos-embrechitos (Y<sup>2</sup>) Migmatitos retrometamórficos- (M<sup>3</sup>) Migmatitos Heterogêneos epibolitos- Antonina(pEM) Migmatitos indiferenciados, incluindo localmente anfíbolos e veios de quartzo-feldspato. (pEM<sup>2</sup>) - Tipos epibolitos - (pEM<sup>1</sup>) tipos embrechitos Pré-Cambriano
-  Depósito de Talus (Qp)Dep. Talus e pedimentos indiferenciados-
-  Diques: Diabásio /Diorito Pórfiro - Jurrássico /Cretáceo
-  Falhas: Provável, fratura, lineação



1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbuiba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da Kilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Fonte: Os dados foram obtidos por meio de digitalização das cartas da Comissão da carta Geológica do Paraná - Universidade Federal do Paraná - Comissão de Desenvolvimento Planejamento Econômico do Paraná - Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas - Departamento de Geografia, Terras e Colonização - departamento de Estradas de Rodagem - Companhia paranaense de Eletricidade e Conselho Nacional de Pesquisas - 1967/69 - Escala 1:70.000/ 1:75.000  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva



# CARTA DE SOLOS

## BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 7

### LEGENDA:

- Estradas secundárias
- Rodovias
- Oleoduto
- Rios

### Solos

- AR2 - Associação Afloramentos de rocha (granitos e quartzitos)+ solos Litólicos álicos A proeminente textura argilosa fase campo e floresta subtropical
- Ca1 - Cambissolo álico - Tb A - moderado textura argilosa fase floresta tropical altimontana relevo montanhoso substrato migmatitos
- Ca11 - Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa fase campo subtropical relevo ondulado substrato migmatitos
- Ca15 - Associação Cambissolo álico Tb fase floresta tropical altimontana relevo montanhoso substrato migmatitos + Latossolo Vermelho - Amarelo Podzólico álico fase floresta tropical perúmida relevo forte ondulado e ondulado ambos a moderado textura argilosa
- Ca31 - Associação Cambissolo álico - Tb A + solos Litólicos álicos ambos moderadamente textura argilosa fase floresta tropical altimontana relevo montanhoso e escarpado substrato migmatitos
- Ca6 - Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa fase floresta subtropical altimontana relevo ondulado e forte ondulado substrato migmatitos
- Ca9 - Cambissolo álico Tb A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo forte e ondulado substrato migmatitos
- Cd2 - Associação Cambissolo distrófico Tba moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifolia de várzea relevo plano substrato sedimentos recentes + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados
- HG2 - Solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo e floresta subtropical de várzea relevo plano
- HG3 - Solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo tropical de várzea relevo plano
- LVa4 - Latossolo Vermelho-Amarelo álico- podzólico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perúmida - relevo forte ondulado e ondulado
- PVa10 - Associação Podzólico - amarelo distrófico Tb - textura média argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo ondulado + solos Litólicos distróficos - textura argilosa fase floresta sub-tropical subperenifolia relevo forte ondulado substrato litólicos e folhelhos ambos A moderado
- PVa25 - Associação Podzólico Vermelho-Amarelo-álico latossólico A moderado fase floresta tropical perúmida relevo ondulado e forte ondulado + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados fase floresta tropical perenifolia de várzea relevo suave ondulado e plano ambos textura argilosa
- PVa3 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tba proeminente textura média/argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo suave ondulado de vertentes curtas
- SM - Associação solos indiscriminados de mangue + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo subtropical de várzea relevo plano



1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Fonte: Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná (1981).  
Ministério da Agricultura, EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -  
SNLCS - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Gov. do Estado  
do Paraná - Secretaria do Estado da Agricultura, IAPAR - Fundação Instituto Agrônomo  
do Paraná, Ministério do Interior, SUDESUL- Superintendência do Desenvolvimento da  
Região Sul, convênio nº12/76 - Gov. do Estado do Paraná/ IAPAR/ EMBRAPA/SUDESUL.  
ESCALA: 1: 600000 - ANO: 1981- Recorte/SEMA  
Organização: Maria Cristina Borges da Silva



#### 4.2.4 Relevo

Fisiograficamente distinguem-se, no Paraná, cinco zonas de paisagem natural bem definidas: o Litoral, a Serra do Mar, o primeiro Planalto, o segundo planalto e o terceiro planalto (MAACK, 1981).

A modelagem atual da superfície do Estado, conforme MAACK (op.cit), foi processada pelos sistemas hidrográficos, por movimentos epirogênicos e tectônicos, assim como foi pela influencia de alterações do clima.

O interior do Estado, com seus planaltos se apresentam como típica paisagem de degraus estruturais ou escarpas de estratos. Assim a maior parte do território paranaense é constituída por três planaltos que se inclinam suavemente para W, NW e SW. O planalto do interior é limitado à leste pela elevação do complexo cristalino, na qual declina em direção da orla marítima como escarpa de falha. O litoral do estado e os planaltos do interior , são limitados pela escarpa de falha da Serra do Mar. Por escarpa entende-se uma descontinuidade íngreme de um maciço, formada ou pela erosão de estratos inclinados das rochas duras ou por falhas. Em geral as escarpas separam áreas inclinadas, mais baixas, de outras mais altas.

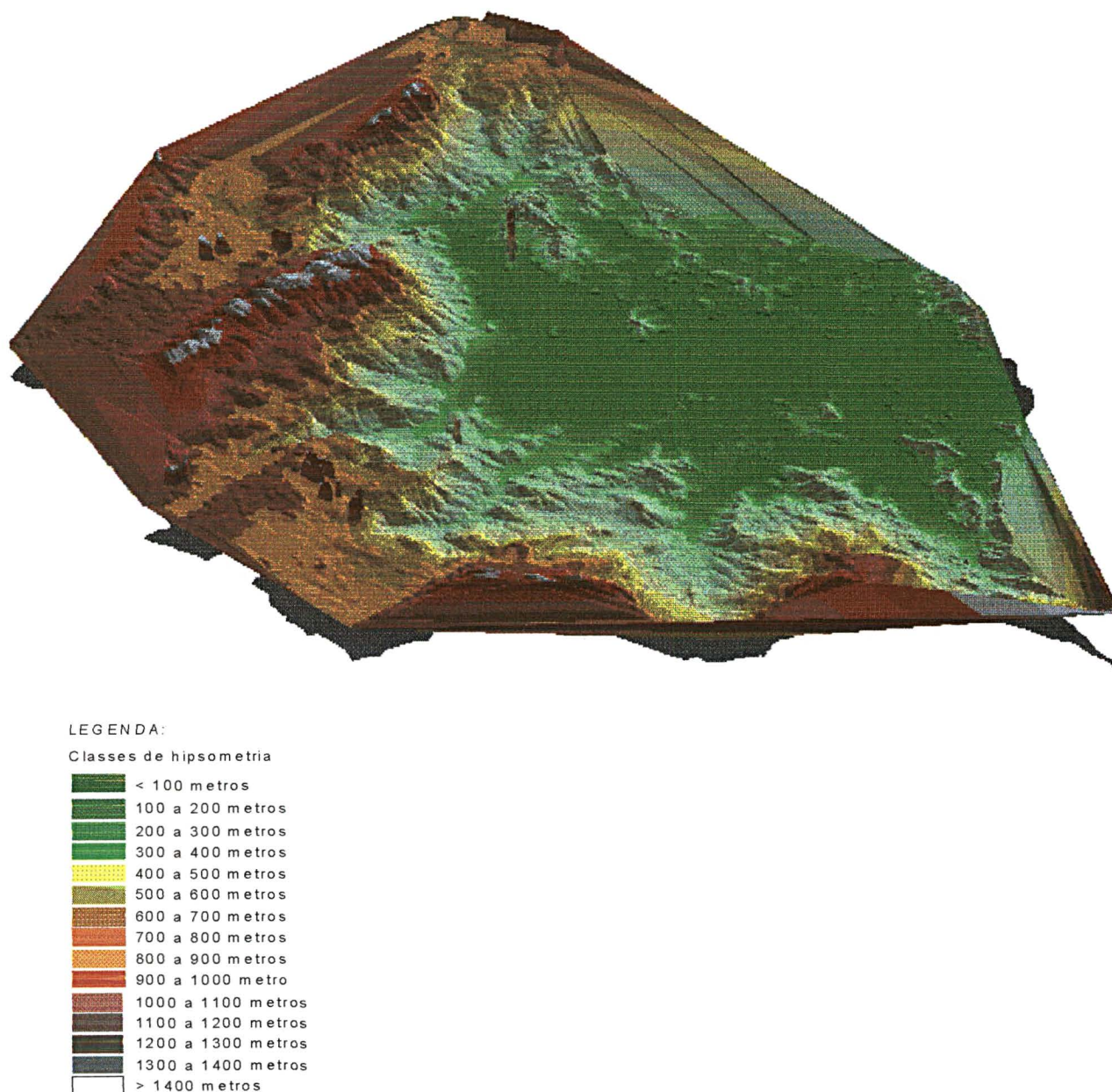
Aspecto marcante na bacia do Rio Nhundiaquara é a elevação abrupta, que vai de poucos metros acima do nível do mar, na Planície Litorânea, para mais de 1000m de altitude na Serra, onde encontramos o ponto mais elevado no Município de Morretes, na Serra do Marumbi, com 1547m de altitude, assim a bacia do Rio Nhundiaquara pode ser dividida em três regiões, que correspondem às principais unidades de paisagem natural; os planaltos, as altas serras e região litorânea.

Podemos observar as diferenças de altitudes ocorrentes na bacia pela Carta Hipsométrica (figura 8) e Imagem em 3D (figura 9) com as classes de altitudes, e a carta clinográfica (figura 10).



Figura 8 Carta Hipsométrica

Figura 9 – IMAGEM EM 3D – CLASSES DE ALTITUDES



Talvez não haja na costa brasileira uma outra separação tão abrupta da serra do mar, entre o litoral e o planalto, salvo se considerados os casos da serra de Bocaina e da Serra dos Órgãos.

A Serra do Mar para BIGARELLA (1978) constitui um conjunto de montanhas em blocos fraturados durante o terciário, escarpas e restos de planaltos dissecados rejuvenescido, sendo a fisionomia do relevo acentuada por processos erosivos policíclicos que ocorreram durante fases semiáridas do Quaternário, períodos em que a vegetação desapareceu, ficando o solo sujeito a erosão intensa. A parte superior das

vertentes ficou exposta aos agentes de morfogênese mecânica, enquanto a base deixou de evoluir por entulhamento, formando pedimentos. Já nas fases úmidas intermediárias, a vegetação voltou a cobrir o solo e a decomposição química produziu um manto de intemperismo espesso e variável.

Para CORDANI e GIRARDI (1967), a Serra do Mar paranaense constitui um conjunto de montanhas em blocos, escarpas e restos de planaltos profundamente dissecados, originados pelo rejuvenescimento de antigas linhas tectônicas, sendo que a fisionomia do relevo foi acentuada por processos erosivos policlínicos. Encontramos assim na paisagem atual, para esta região, grandes blocos graníticos ressaltados no relevo ao redor (o planalto curitibano ou a planície litorânea), com vales profundos, estreitos de vertentes íngremes e por vezes paredões rochosos abruptos.

Alguns ramos da Serra do Mar se dirigem ao Litoral, formando outras serras marginais, tais como: Igreja, Prata, da Graciosa, da Boa Vista, da Baitaca, dos Órgãos e Canavieiras, sendo estas cinco últimas citadas, servindo como divisores de água da bacia do Nhundiaquara.

Outra grande feição geomórfica da região litorânea é constituída pelas planícies. Trata-se de extensas áreas de relevo plano e suave ondulado, formadas por sedimentos de origem continental e marinha, principalmente de idade quaternária. IPARDES, (1995).

A Planície Costeira ou Litorânea, localizada entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico; é uma região rebaixada com cerca de 10 a 20 km de largura, atingindo um máximo de 50 km na baía de Paranaguá. As altitudes da planície são inferiores a 20 metros, ocorrendo em alguns locais morros e colinas isoladas, com altitudes de até 500m. A altitude da planície aumenta lentamente da costa para o continente, alcançando maiores altitudes no sopé da serra. IPARDES (1989). Nesta província geomorfológica podemos estabelecer duas sub-divisões: a orla da Serra, parte mais interiorizada marcada pela presença de planícies interrompidas por morros cristalinos, e a orla Marinha, relacionada às áreas mais rebaixadas, e mais próximas do mar, formada por uma sucessão de mangues, antigas restingas, terraços, praias e cordões arenosos. Os cordões arenosos são bastante expressivos quando observados por meio

de fotos aéreas ou imagens de satélites, porém pouco visíveis em campo. ANGULO,(1992).

Na direção do mar, as cadeias montanhosas e morros isolados são circundados por extensas planícies de aluviões e pântanos que margeiam as baías de ingresso de Paranaguá e Guaratuba. As planícies de aluviões também preenchem os vales dos rios nesta zona até a frente da Serra do Mar, o que constitui prova de uma extensão maior das superfícies das baías ou do avanço do mar em direção a Serra do Mar há algum tempo.

As regiões, central, nordeste e leste da bacia do Rio Nhundiaquara, são formadas pela planície litorânea (ou planície de Paranaguá), que vai até as raízes da serra do mar. Esta planície é interrompida por morros de pouca altitude, os chamados “morrotes”, que deram nome ao município de Morretes. São morros no geral de encostas suaves e utilizáveis do ponto de vista agrícola. ASCENÇO (1995).

Para CORDANI & GIRARDI (1967) em sua frente ocidental, a Serra do Mar limita-se com o primeiro planalto em bordas de erosão criadas por fases de pediplanação sucessivas. Nas zonas de menor resistência à erosão, estes aplanamentos ganharam terreno por entre blocos graníticos formando grandes alvéolos, como seria o caso entre as serras da Boa Vista e Marumbi. Esta região segundo estes mesmos autores, com altitudes próximas a 1000 m, pertenceria ao sistema de aplanamento que deu origem à superfície do alto Iguaçu, tendo sido apenas recentemente invadida pelos sulcos dos vales que conseguiram transpor a frente principal da Serra do Mar. Este fato pode ser evidenciado uma captura fluvial por recuo da cabeceira verificada nesta região. Este tipo de captura fluvial, para PENTEADO (op.cit), ocorre quando dois rios estão muito próximos, correndo em diferentes níveis. O rio que tiver maior inclinação fará recuar sua cabeceira mais depressa, capturando o curso de menor declive. Esse fenômeno verifica-se através da erosão remontante do Rio Nhundiaquara, que após transpor os contrafortes da serra atingiu e capturou o alto curso do Rio Ipiranga, cuja drenagem se efetuava em direção ao planalto.

O levantamento altimétrico e as principais classes de relevo ocorrentes na bacia do rio Nhundiaquara, foi feito de acordo com critério proposto pela EMBRAPA

(1988), e referem-se as classes de relevo e o grau de limitação à agricultura, com base na suscetibilidade à erosão e no impedimento à mecanização (critério proposto pela SUPLAN/MA, 1981), foram quantificadas e constam na tabela 5, e estão expressos nas figuras 10 e 11 nas Cartas Clinográfica e na Carta de Unidades Ambientais Naturais.

**TABELA 5 - CLASSES DE RELEVO, DECLIVIDADE, ÁREA E PORCENTAGEM DE CADA CLASSE, GRAU DE LIMITAÇÃO À AGRICULTURA COM BASE A SUSCEPTIBILIDADE À EROSIÃO E AO IMPEDIMENTO À MECANIZAÇÃO, NA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA**

<b>Classes de Relevo</b>	<b>Declividade</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>Grau de limitação a agricultura</b>
Plano	0 a 3%	222,33	22.233	31,78	Nulo
Suave Ondulado	3 a 8%	17,73	1.773	2,53	Ligeiro
Ondulado	8 a 20%	125,77	12.577	17,98	Moderado
Forte Ondulado	20 a 45%	233,30	23.330	33,34	Forte
Montanhoso	45 a 75%	85,96	8.596	12,29	Muito Forte
Escarpado	>75%	14,58	1.458	2,08	Muito Forte
Total				100	

Fonte: Cartas topográficas do mapeamento sistemático do Ministério do Exército, folhas MI 2843 – 3 Morretes, MI 2843-4 – Antonina, MI 2858 –1 – Paranaguá MI 2858-2, Mundo Novo MI 2858-1 São José dos Pinhais 2857-2, na escala 1:50.000. O critério de classificação das classes de relevo é o proposto pela EMBRAPA (1988).



# CARTA CLINOGRÁFICA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 10

## LEGENDA:

### Classes de declividade

- Plano: 0 - 3%
- Suave Ondulado: 3 - 8%
- Ondulado: 8 - 20%
- Forte ondulado: 20 - 45%
- Montanhoso: 45 - 75%
- Escarpado: > 75%

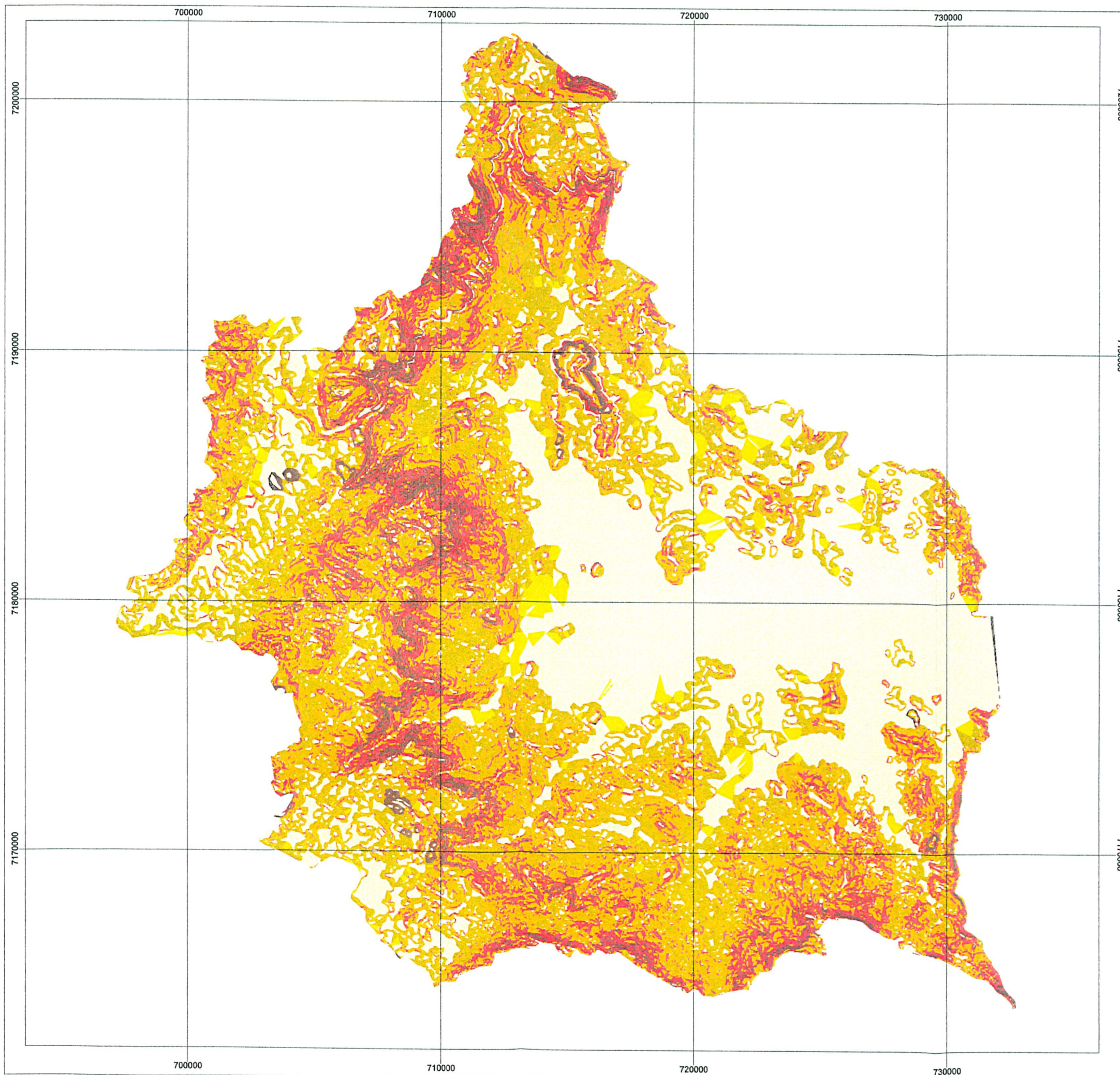


1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.  
Classes de declividade obtidas através de modelo  
de triangulação digital do terreno (TIN),  
em curvas de nível com equidistância de 20 metros.

Fonte: Digitalização das curvas de nível pela autora  
das Folhas 1:50000 do IBGE/DSG  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





#### 4.2.4.1 As Unidades Ambientais Naturais

As áreas de cada sub-região e unidades ambientais foram também quantificadas e constam na tabela 6 e pode ser observada na Carta de Unidades Ambientais Naturais figura, 11.

**TABELA 6 - ÁREA E PERCENTAGEM SOBRE A ÁREA TOTAL DA BACIA DAS SUB-REGIÕES E DAS UNIDADES AMBIENTAIS OCORRENTES NA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA.**

SUB-REGIÃO	U.D. AMBIENTAL NAT. (UAN)	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL
Montanhosa Litorânea	Serras (SS)	405,52	40.552	57,42
	Áreas Colúviais (SC)	28,09	2.809	3,98
	Planícies Aluviais signific. (SPS)	5,10	510	0,72
	Planí. Aluviais não signific. (SPS)	0,43	43	0,06
Planícies Litorânea	Planícies Aluviais (LP)	118,77	11.877	16,82
	Planícies de Restinga (LR)	13,54	1.354	1,92
	Morros (LQ)	20,45	2.045	2,90
	Áreas Colúviais (LC)	6,28	628	0,89
	Colinas (LL)	15,84	1.584	2,24
	Mangues (LM)	7,19	719	1,02
Planaltos	Planaltos Ondulados (PQ)	75,24	7.524	10,65
	Planalto Dissecado (PD)	7,05	705	1,00
	Planícies Aluviais (PP)	2,62	262	0,38
Total				100.00

Fonte: Recorte do Macrozoneamento do Litoral, IPARDES, 1989

##### 4.2.4.1.1 A Sub-Região Montanhosa

A sub-região montanhosa, abrange a parte dos espigões da Serra do Mar, é a sub-região dominante em extensão na Bacia do Rio Nhundiaquara, com uma área de 62,18 % do seu território. Essa sub-região é representada pelas unidades ambientais; Serra, Áreas Colúviais e Planícies Aluviais não significativas..

A unidade Ambiental Serras, classe de maior ocorrência, corresponde a 57,42%, ocorre em relevo bastante acidentado, com desníveis bem acentuados e fortes declives, que segundo critério estabelecido pela EMBRAPA (1988), superiores a 45%. Predominam os solos pouco desenvolvidos e de pequena profundidade, como os

Cambissolos. Ocorrem grandes afloramentos rochosos. As Unidades Ambientais Naturais de Serras sempre estiveram submetidas a intenso processo de erosão, causada pela combinação de fatores climáticos e tectônicos. IPARDES, 1989.

Correspondem aos núcleos serranos que se sobressaem centenas de metros sobre o nível geral do primeiro planalto paranaense. Trata-se de serras originadas por erosão diferencial. As rochas mais resistentes ao intemperismo não foram aplainadas e permaneceram formando as partes mais altas. Como exemplo o Marumbi com seus 1547 metros. As vertentes são longas, de forma principalmente convexas, e os vales são fortemente encaixados.

BIGARELLA (op.cit), considera a evolução das vertentes nos climas úmidos como sendo totalmente diversa. A decomposição química das rochas progride rapidamente em zonas diaclasadas ou de litologia menos resistente, originando um manto de intemperismo de espessura variável e irregular. Nas áreas mais profundamente alteradas, o regolito é mais espesso. Nestes locais há maior infiltração das águas pluviais, que, em excesso, provocam a solifluxão vertente abaixo dos detritos de decomposição química, bem como desmoronamentos. Segundo o mesmo autor, na paisagem atual a importância destes movimentos de massas é reduzida e limita-se às vertentes de maior declividade. O escoamento superficial é pouco eficiente na remoção dos detritos das vertentes florestadas. Entretanto, a estrutura subsuperficial da paisagem, demonstra que a solifluxão foi generalizada e teve muita importância em passado recente, ocorrendo mesmo em baixas declividades. Os vestígios dos processos de solifluxão, para BIGARELLA (op.cit.), seriam bem visíveis, refletidos na topografia na forma de cicatrizes, grotas, sulcos ou amplos ravinamentos com a forma de conchas. CORDANI & GIRARDI (op.cit), consideram que os paredões rochosos da frente da Serra desenvolveram-se primariamente durante os processos de morfogênese mecânica, em climas semiáridos, quando o recuo das escarpas se fazia por aplanamento lateral. A erosão linear associada ao clima úmido atual, encontra enormes dificuldades em vencer, por escavação mecânica vertical, os blocos graníticos compactados, cuja tendência é a de esfoliar em planos subparalelos à superfície, dificultando a fixação de canais. Os grotões e as gargantas constituídas por diáclases



tectônicas ou linha de falha. Para a FAO,(1993) esses processos não podem ser totalmente eliminados, pois são partes das leis naturais, em que o relevo vai se modificando lentamente. Mas adverte que, a cobertura vegetal sobre as montanhas, reduz ao mínimo estes efeitos erosivos. As formações Pioneiras encontradas nas encostas, compostas pela Floresta Ombrófila Densa, são o principal fator de estabilização da paisagem. Romper este equilíbrio dinâmico, com ações humanas inadequadas, podem intensificar os processos de degradação de forma expressiva.

A porção superior da Serra, acima normalmente da cota dos 500m, apresenta, segundo literatura específica, fotos aéreas, imagem satélite, grau elevado de ocorrência de Formações Pioneiras da Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana. Talvez isso ocorra devido às dificuldades imposta pelo relevo, e ainda as restrições legais de uso.

As porções inferiores das Serras, abaixo da cota de 500m, caracteriza-se por uma paisagem fechada, com predominância de estrato arbóreo, com presença de formações secundárias em diferentes estágios de sucessão, capoeira, capoeirão e floresta secundária.

Para MARCHIORO (op.cit), os diferentes estágios de regeneração da floresta secundária indicam que a prática do pousio, foi amplamente utilizada em períodos anteriores.

#### 4.2.4.1.1.1 Áreas Colúviais da Sub-Região Montanhosa

As Áreas Colúviais da região montanhosa, possuem ocorrência baixa, 3,98%, são maiores na região de influência do rio Nhundiaquara, nas partes baixas das vertentes, onde processos de acumulação de sedimentos são provenientes das partes altas. Estes sedimentos foram ali acumulados por ação da gravidade, ao contrário de outras áreas de acumulação, oriundas do transporte de material fluvial. Situadas nas franjas das Serras, as declividades vão de 10 a 45%. EMBRAPA,1988. As áreas colúviais incluem elevações de perfil convexo. Há presença de diferentes portes de capoeira e formações secundárias, com resquícios de áreas cultivadas.

#### 4.2.4.1.2 Sub-Região das Planícies Litorâneas

Apresenta um relevo plano e suave ondulado, com altitudes normalmente inferiores a 40 m. Há ocorrência de morros e colinas de altura variável. A formação desta planície foi determinada por variações no nível do mar e por mudanças climáticas ocorridas nos últimos milhões de anos. IPARDES, 1989. Essa sub-região, na bacia, apresenta a ocorrência das Unidades Ambientais Naturais Planícies Aluviais; Planícies de Restingas, Morros, Colinas e Mangues. Depois das Serras, as planícies Aluviais, representam a unidade ambiental de maior extensão, 16,82%. São áreas formadas pela ação fluvial, apresentando as formas de planícies de inundação, terraços e rampas. Estas últimas apresentam sedimentos provenientes das encostas. A observação desta Unidade Ambiental, indica diferenças marcantes em relação às Serras. Constata-se uma importante artificialização da paisagem, com poucos remanescentes das Formações Pioneiras, que são de influência fluvial. Essa unidade apresenta um tipo de paisagem aberta, com predominância de elementos indicativos de culturas.

##### 4.2.4.1.2.1 As Unidades Ambientais Morros e Colinas

A Unidade Ambiental Morros, representa uma pequena área de 2,9%, abrangendo elevações sustentadas por rochas do embasamento que sobressaem da planície. No que dizem respeito às declividades, são semelhantes às serras, porém são circundadas por terrenos de Planícies. Suas encostas são bastante íngremes, com declividades superiores a 45%. A sua altitude varia de 100 m até 400 m. É bastante restrita a ocorrência de Formações Pioneiras, sendo mais evidente os talhões com ocorrência de capoeiras.

De menor ocorrência ainda que os Morros, as Colinas com 2,24%, são elevações de perfil convexo e relevo mais suave, com declividade inferior a 20%, as altitudes não ultrapassam a 100m.

#### 4.2.4.1.2.2 Unidades Ambientais Mangues e Planície de Restingas

Uma pequena área da unidade de Mangues, com 1,04%, ocorre às margens da baía de Paranaguá, quase na divisa com o Município de Morretes. São áreas sujeitas aos fluxos e refluxos das marés, nas áreas protegidas da baía. Não apresentam fortes indícios de uso.

A bacia do Rio Nhundiaquara, também apresenta algumas manchas da Unidade Ambiental de Planície de Restingas, ao sul da sede do Município de Morretes e próximo à Baía de Paranaguá. Essas planícies são formadas por sucessões de cordões litorâneos, de constituição arenosa e de zonas intercordões de granulometria mais argilosa.

#### 4.2.4.1.3 Sub-Região de Planaltos

A sub-região de Planaltos, compreende a da borda oriental do Primeiro Planalto Paranaense, representando 12,03% da área. São remanescentes de antigas superfícies de erosão, localizadas entre 600 a 900m sobre o nível do mar. Os diferentes graus de dissecação pela drenagem superficial, definem as Unidades Ambientais de Planalto Ondulado, Planícies Aluviais e Planalto Dissecado.

##### 4.2.4.1.3.1 As Unidades Ambientais Planalto Ondulado e Planalto Dissecado

A única unidade de Planalto Ondulado, situa-se ao Sul da AEIT (Área Especial de Interesse Turístico) do Marumbi. O relevo é ondulado, com declives predominantes em torno de 10 a 20% .IPARDES,1989. A Segunda unidade da sub-região dos Planaltos, corresponde às Planícies Aluviais, que ocorrem associadas ao Planalto Ondulado. Possuem feições semelhantes às Planícies Aluviais das outras sub-regiões, com algumas variações na sua vegetação, devido à altitude e a presença de níveis saturados de água a pouca profundidade no solo.

A unidade de Planalto dissecado, ocorre na bacia do Rio Nhundiaquara, a oeste do Município de Morretes. O relevo é mais acidentado, com declividades geralmente superiores a 20%. Suas características ambientais são semelhantes às Serras. (Vide figura 11, Carta de Unidades Ambientais Naturais).

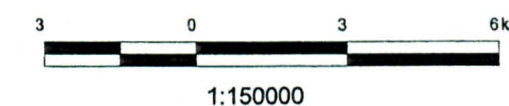


# CARTA DE UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 11

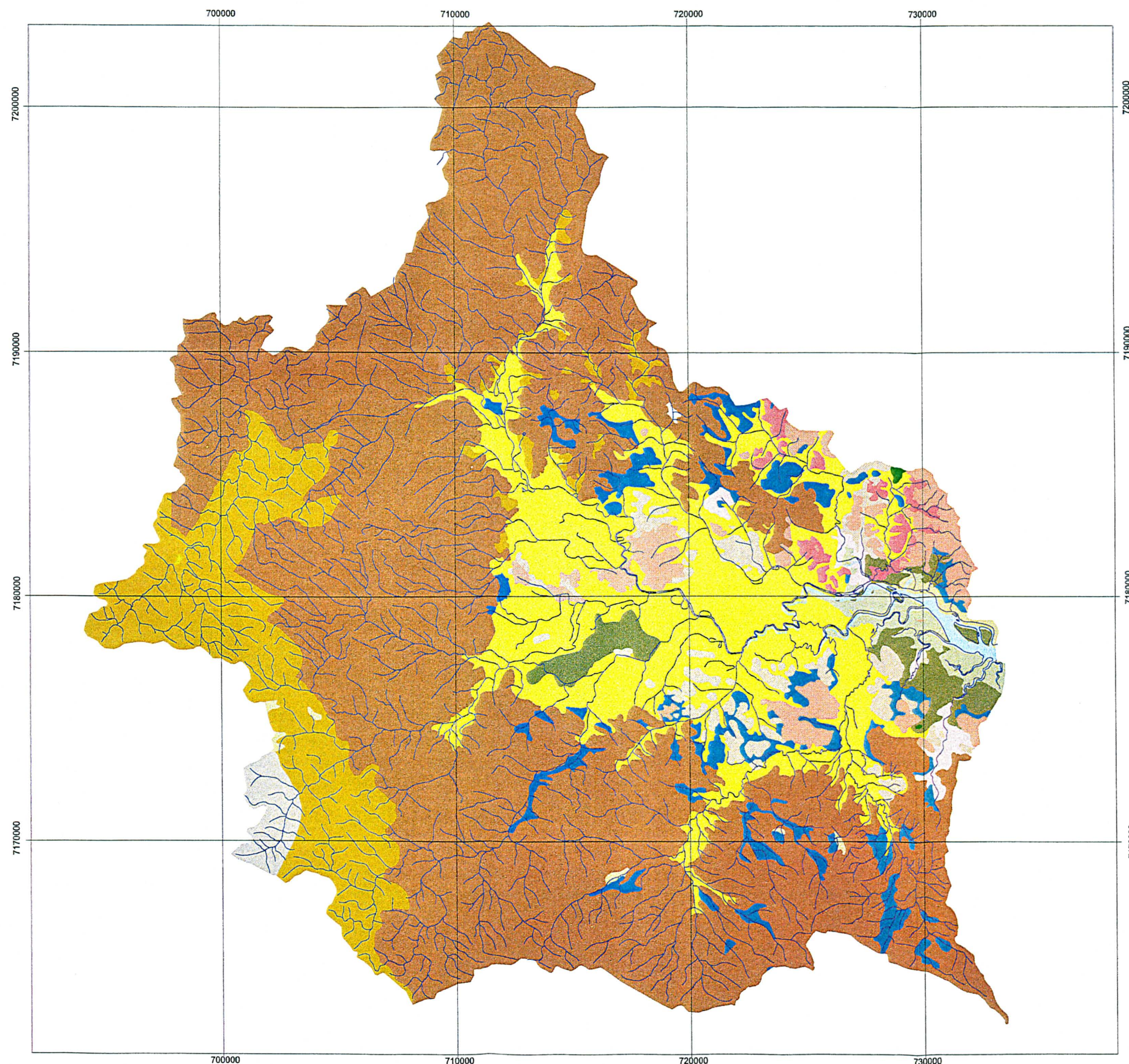
SUB-REGIÃO UD. AMBIENTAL NATURAL (UAN) SÍMB

Montanhosa Litorânea		Serras	
		Áreas Coluviais	SS
		Planícies Aluviais Sig	SC
		Planícies Aluviais Ñ-Sig	SPS
Planícies Litorâneas		Planícies Aluviais	SP
		Planícies de Restinga	LP
		Morros	LR
		Áreas Coluviais	LQ
		Colinas	LC
		Mangues	LL
Planaltos		Planaltos Ondulados	LM
		Planalto Dissecado	PQ
		Planícies Aluviais	PD
			PP



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Fonte: IPARDES - 1989, Macrozoneamento do  
Litoral recorte cedido pelo IPARDES  
Organização: Maria Cristina Borges da Silva





#### 4.2.5 Vegetação

##### 4.2.5.1 Vegetação Identificada na Bacia do Rio Nhundiaquara.

A cobertura vegetal da bacia do Nhundiaquara, é bastante diversificada, uma vez que as condições pedológicas e climáticas se diferenciam extremamente: desde solos rasos e instáveis até profundos e evoluídos, indo desde altamente distróficos até o eutrofismo acentuado dos mangues, e desde clima tropical úmido e quente, até o subtropical frio e úmido de altitude. Encontra-se desde formações extremamente especializadas em relação ao meio, apresentando baixa diversidade como os manguesais, até formações bastante ricas em espécies e formas de vida, como a Floresta Ombrófila Densa. Existentes também os espaços que são ou foram utilizados com atividades produtivas (agricultura, pecuária e silvicultura).

Segundo o critério proposto por IPARDES (1989), os ambientes florestais, em função da intervenção antrópica, são identificados como Formações Pioneiras, quando apresentam sua estrutura original (mais de um estrato arbóreo), mesmo tendo sofrido cortes seletivos. As formações que sofreram corte raso (totalmente removida), para utilização do solo em atividades agropecuárias após regeneração parcial, denominam-se de Formações Secundárias.

As formações Secundárias foram caracterizadas segundo critério proposto pelo IBGE (1992), também já utilizado no Litoral do Paraná pela SEMA (1996). Essa classificação baseia-se em cinco fases sucessionais:

- Primeira fase – quando a área é colonizada por espécies primitivas e pouco exigentes quanto ao meio ambiente, como líquens, briófitas pteridófitas, ciperáceas e graníneas.
- Segunda fase – é tipicamente arbustiva, com ocorrência de poucas famílias como *Asteraceae*, *Solanaceae*, e *Melastomaceae*, principalmente. Essa fase é popularmente conhecida como “capoeirinha” ou “vassoural.
- Terceira fase- também conhecida como “capoeira rala” ou capoeira propriamente dita., caracteriza-se pela ocupação de área por espécie arbórea

heliófitas, de crescimento rápido e curta longevidade. Essa fase pode durar de 15 a 20 anos, período em que a capoeira evolui modificando as condições de luminosidade e umidade em seu interior.

- Quarta fase – tem início quando as espécies que se estabelecem no sub-bosque da fase anterior alcançam o dossel e substituem as espécies arbóreas pioneiras de curta longevidade, originando uma diversidade florística maior e de fisionomia mais heterogênea. Essa fase é popularmente conhecida como “capoeirão”. Já é perceptível a formação de um estrato arbóreo e a altura do estrato superior pode atingir de 15 a 18 m.
- Quinta fase – denominada também de Floresta Secundária, caracteriza-se pela aproximação dos aspectos fisionômicos, estruturais e florísticos das Formações Pioneiras. Percebe-se pelo menos três estratos arbóreos e a presença de lianas e epífitas, é expressiva.

As principais tipologias vegetais encontradas na Bacia do Nhundiaquara, são as seguintes: (LIMA,1970; EMPRAPA/IAPAR,1977, BIGARELLA,1978: MAACK, 1981, EMBRAPA/IAPAR, 1984; IPARDES, 1989; IBGE, 1992; SEMA; 1996):

- Formações Pioneiras de Influência Marinha e Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha: encontradas principalmente na parte oriental da bacia (Morretes), na região de influência direta da ação do mar na Baía da Paranaguá. As formações desse tipo constituem respectivamente as vegetações de restingas e manguezais. Nas restingas, de acordo com o grau de desenvolvimento, podem ser encontradas formações herbáceas, arbustivas e arbóreas, essas últimas mais interiorizadas e extensas, com alturas entre 5 e 10m (IPADES,1989). As principais espécies ocorrentes são o mangue do mato (*Clusia criuva*), as caúnas (*Ilex theezans* e *I. microdonta*), a santa Rita (*Laplacea sp*), o araçá (*Psidium sp*), a canela lageana (*Ocotea pulchella*), e a gramimunha (*Weinmannia sp*). Os manguezais ocupam as orlas do litoral limoso das baías e embocaduras de rio. Nesse ambiente desenvolvem-se uma vegetação especializada, ora dominada por gramíneas (*Spartina sp*) e amarilidáceas (*Crinum sp*), de

porte herbáceo, ora dominada por espécies arbórea *Rhizophora*, *laguncularia* e *Avicennia*. São poucos os registros de artificialização nessas unidades.

- Formações Pioneiras de influência fluvial: formações vegetais ocorrentes nas serra e planícies aluviais, nas superfícies em geral sujeitas a encharcamento, em altitudes de 30/50m até sobre o nível do mar. Onde predominam estruturas herbáceas ou gramíneo- lenhosa, em ambientes mais úmidos, encontra-se a taboa (*Typha domingensis*) e o piri (*Fuirena umbellata*). Em comunidades vegetais mais evoluídas, domina a caxeta (**Tabebuia cassinides**), com ocorrência de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) e corticeira do brejo (*Annona glabra*). Em locais com substrato mais desenvolvido forma-se uma floresta diversificada com estrato superior composto pelas figueiras (*Ficus adhatodifolia* e *F. luschnatiana*), cupiúva (*Tapiria guianensis*) e embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*).
- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: ocupa a planície litorânea e os terraços de sedimentos arenosos até altitudes de 30 a 50 m sobre o nível do mar. Essa formação desenvolve-se, a partir de áreas com vegetação pioneira, como caxetais ou restingas que perderam a fisionomia típica em função do desenvolvimento sucessional. Não é uma floresta muito exuberante. Apresenta porte médio, de 15 a 20 m, estrutura e fisionomia uniformes. Os estratos superiores são geralmente constituídos de figueiras (*Ficus sp*), cupiúva (*Nectandra rigida*), canela amarela (*Ocotea aciphylla*) e guamirim-ferro (*Myrcia glabra*), entre outras. Nos estratos médios e inferiores são mais freqüentes o palmito (*Euterpe edulis*), catiguá-morcego (*Guarea macrophylla*), cortiça (*Guatteria dusenii*) e Grandiúva –d’anta (*Psychotria nuda*). Nos locais sujeitos a inundação, predomina a maçaranduba (*Manilkara subsericea*), o guanandi( *Calophyllum brasiliense*) e a guapeva (*Pouteria lasiocarpa*). Essas formações de terras baixas em quase toda sua totalidade, sofreram alterações, substituídas por culturas agrícolas ou pastagens.



- Floresta Ombrófila Densa Submontana: Formação com ocorrência nas encostas, nas faixas altimétrica dos 50 aos 400/500m de altitude sobre o nível do mar, em relevo geralmente forte ondulado, sobre latossolos vermelhos amarelos e cambissolos álicos coluviais. A sua vegetação não está sujeita a limitações por excesso ou falta de água no solo. A cobertura típica é florestal, com um dossel na faixa de 25 a 30 m de altura. No estrato superior predominam a bocuva (*Virola oleifera*), o guapuruvú (*Schyzolobium parahyba*) a canela-preta (*Ocotea catharinensis*), a peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*) e o cedro (*Cedrella fissilis*). Nos estratos inferiores aparecem as palmáceas do gênero *Euterpe* (palmito), *Bactris* (tucum) e *Geonoma* (guaricana). As diversas áreas que foram anteriormente exploradas com a agricultura ou pecuária, encontram-se atualmente em diferentes estágios sucessionais da vegetação. As fases de capoeira, geralmente compõem maciços quase puros de jacatirão (*Tibouchina sp*), Sangueiro (*Croton sp*) e capororoca (*Rapanea sp*). Nos estágios sucessionais mais adiantados, próximos da floresta secundária, predominam o tapiá (*Alchornea sp*), a licurana (*Hyeronima sp*), a guaricana (*Vochysia sp*) e o jacatirão-açú (*Miconia sp*).
- Floresta Ombrófila Densa Montana: Ocorre na região serrana mais escarpada, geralmente sobre cambissolos álicos, na faixa altimétrica de 400/500 a 1000/1200m de altitude sobre o nível do mar, onde concentrar-se-iam os maiores níveis pluviométricos do Brasil, BIGARELLA,(1978). Predominam no estrato superior as canelas (*Ocotea sp*), o pau-de-óleo (*Copaifera sp*) e pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*). O sub-bosque é igualmente rico em epítitas, pteridófitas e palmáceas, notadamente o palmito, até a altitude de 800 a 100 m. Pela dificuldade de acesso a essas áreas, é nessa faixa que se encontra o maior remanescente florestal original da encosta da serra, apresentando artificialização mais generalizada, o extrativismo da madeira e do palmito. IPARDES (1989). Nestas áreas, as clareiras são ocupadas por espécies heliófitas como o tapiá (*Alchornea*

*triplinervea*) e pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*), ou densamente ocupadas pelo taquarussú (*Gradua sp.*).

- Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Essa formação ocupa altitudes acima da cota de 1000/1200 m. de altitudes sobre o nível do mar, sobre solos litólicos, na porção alta das serras, em região onde as massas úmidas de ar são constantes. Observa-se formação arbórea reduzida, com 5m de altura em média e ocorrência da cataia (*Orimys sp.*), caúna (*Ilex sp.*) e gramimunha (*Weimannia sp.*). Essas espécies são associadas a compostas, mirtáceas e melastomáceas, formando só estrato arbóreo, que tem seu porte reduzido a medidas que se aproximam da cota dos 1400 m. Acima dessa altitude, iniciam-se as formações herbáceas graminóides sobre solos litólicos rasos e afloramentos de rocha. Essas formações são denominadas de Refúgio Ecológico Altomontano.

A vegetação é o reflexo da interação de um conjunto de fatores naturais, dentre os quais estão a altitude, a latitude, o clima, a exposição da vertente e a formação pedológica. Em tempos geológicos passados, a principal vegetação do Estado do Paraná, se constituía de campos limpos e cerrados, numa época em que o clima era alternadamente semi-árido e semi-úmido.

As abundantes precipitações, em regime de alternância climáticas durante o Quaternário Recente, permitiram que partes do espaço paranaense, fossem conquistadas pela vegetação de matas, quando surgiram condições paleoclimáticas favoráveis, substituindo a de campos e cerrado, através dos vales rios e escarpas.

O Paraná, até à poucos anos atrás, possuía uma das mais ricas áreas de matas do Brasil, chegando a ter cerca de 80% da superfície coberta por esse tipo de vegetação. A borda oriental da Serra do Mar, abriga ainda, cerca de 80% dos 5% restantes da cobertura original do Paraná.

Toda a região da Bacia do Nhundiaquara, excetuando-se a região pantanosa, com sua vegetação típica, era coberta originalmente pela Mata Atlântica, com abundância de palmáceas e madeira de lei. Algumas porções mais elevadas, constituídas por morros e “morrotes”, ainda apresentam suas características originais,

onde são preservadas algumas espécies como a Peroba, Canela – Preta, Ipê, Imbaúba e Jacatirão. Nas áreas planas, a vegetação original, já foi em grande parte retirada e substituída pela mata secundária, para dar lugar, em épocas passadas, à cultura da cana-de açúcar e posteriormente, às pastagens. Grande parte da madeira de lei, foi exportada, sem beneficiamento industrial, através do Porto de Paranaguá, já que não havia se desenvolvido no Município de Morretes, uma indústria madeireira de grande porte.

Além da madeira- de- lei, havia como já vimos, o palmito (*euterpe edullis*), que se constituía em grande riqueza natural para a região, principalmente para o município de Morretes. Esta palmácea, existia originalmente em toda baixada não pantanosa de Morretes e nas encostas da Serra do Mar, até uma altitude de cerca de 500 metros . Apesar da abundância correspondente, o produto era exportado em estado natural, para Curitiba e Paranaguá. Não havendo reflorestamento adequado ou cultivo do palmito, esta espécie está em vias de desaparecimento.

Algumas espécies de madeiras brancas das baixadas, principalmente a Caxeta ou Tabebuia, forneciam matéria-prima para a fabricação de lápis. Esta exploração florestal terminou com o fechamento da respectiva fabrica em Morretes. LIMA (1970), ASCENÇO (1996), MARCHIORO (1999).

#### 4.2.6 Hidrografia e Qualidade da Água

##### 4.2.6.1 Hidrografia

O Estado do Paraná possui 16 grandes bacias hidrográficas, MAACK (1981), divididas em dois diferentes conjuntos, que se diferenciam entre si; as do interior, cujos rios principais, predominantemente correm no sentido leste para oeste, direta ou indiretamente são afluentes do Rio Paraná, e as compreendidas pelos rios que demandam o litoral, correndo no sentido oeste para leste e desaguando no Oceano Atlântico. O grande divisor desses dois conjuntos de redes hidrográficas, é a Serra do Mar, que separa a planície litorânea das demais províncias Geomorfológicas.

A Bacia Litorânea, foi sub-dividida por MAACK (op.cit.), em seis sub-bacias: a bacia da baía das Laranjeiras, do Rio Ribeira, a baía de Antonina, a baía de Paranaguá, a baía de Guaratuba e a bacia do rio Nhundiaquara. Estas bacias concentram-se em uma faixa relativamente pequena, correspondendo cerca de 2,2% (4.754 km<sup>2</sup>) da área total do Estado.

Segundo BIGARELLA (op.cit), a maioria da drenagem do leste, tem suas nascentes distribuídas na encosta da serra, e próximo dos topos sob forma de riachos ou córregos, são formados por bacias, limitadas a oeste pelas escarpas ou serras marginais, onde o relevo é montanhoso e bastante movimentado na região serrana, passando a ondulado, suave ondulado e quase plano nas porções de baixada litorânea. Os pequenos cursos convergem para um coletor principal, que define uma sub-bacia hidrográfica. SEMA,(1996, p.7).

A bacia do Rio Nhundiaquara, abrange um perímetro de aproximadamente 710,98 km<sup>2</sup>. Fazendo parte vários rios, cujas nascentes encontram-se nas encostas da serra.

O rio Ipiranga como integrante da bacia, tem sua nascente no reverso da escarpa, no planalto de Curitiba. Para CORDANI & GIRARDI (op.cit), pertencia a um sistema de aplanamento que deu origem à superfície do alto Iguaçu, tendo sido apenas recentemente invadida pelos sulcos dos vales, que conseguiram transpor a frente principal da Serra do Mar. Este fato pode ser evidenciado por uma notável captura

fluvial, por recuo de cabeceira verificada nesta região. Este tipo de captura fluvial é explicada por PENTEADO, (1986), e ocorre quando dois rios estão muito próximos, correndo em níveis diferentes. O rio que tiver inclinação mais forte, fará recuar sua cabeceira mais depressa, capturando o curso de menor declive. Este fenômeno verifica-se através da erosão remontante do Rio Nhundiaquara, que após transpor os contrafortes da serra, atingiu e capturou o alto curso do Ipiranga, cuja drenagem se efetuava em direção ao planalto. O Ipiranga, divide as serras da Farinha Seca (1.181m) e do Marumbi (1.564 m). Os rios mais conhecidos que fazem parte da bacia do Nhundiaquara, são os rios Marumbi, do Pinto, Sagrado, Saquarema, Passa Sete e Bom Jardim que têm suas cabeceiras nas Serras do Leão, da Igreja, Canavieiras e os rios Mãe Catira e São João, com nascentes na Serra dos Órgãos e Graciosa. A bacia em estudo é rica em cursos d'água de bom volume, uma vez que a região apresenta elevada pluviosidade, com boa distribuição no decorrer do ano. Suas águas são drenadas na baía de Paranaguá.

A bacia do Rio Nhundiaquara, pode ser dividida, segundo a SEMA, (1996), em 5 microbacias: as do Rio São João, do Rio Nhundiaquara, do Rio Marumbi, Ipiranga e o Pinto.

Assim, a montante bacia do Nhundiaquara é limitada pelas montanhas e a jusante pela baía. É uma área de drenagem densa, principalmente nas bacias de recepção. Os padrões de drenagem na bacia apresentam diferentes formas, podendo ser retangular, dentrítico e paralelo. Nas escarpas, como em frente a Serra do Mar, apresentam um padrão retangular predominante. Típicas destas formações geológicas, determinam normalmente o surgimento de rios de águas claras, nos quais a natureza granítica do substrato, bem como a escassez de sedimentos e matéria orgânica em suspensão, proporcionam grande transparência da água, baixa concentração de íons e pH levemente ácidos. SEMA ,(1996).

Os rios das áreas baixas, correm em calhas rasas e de margens relativamente simétricas. Fatores como, a pluviosidade da região, boa distribuição das chuvas anuais, condensação da umidade atmosférica que se infiltra nas linhas estruturais, originando vales profundos, são as causas da perenidade dos cursos d'água, principalmente nas

altitudes acima de 700m. BIGARELLA (op. cit) A serrapilheira que cobre o chão da floresta, possui um papel importante no equilíbrio hídrico da região, pois tem a função de interceptar parcialmente as águas da chuva, impedindo que as gotas atinjam diretamente o solo, protegendo assim da erosão mecânica.

As precipitações fortes e a rápida descida das águas pluviais, nas vertentes das serras, dependendo da vegetação existente, permitem que 40% a 80% das águas pluviais escoem superficialmente, alimentando os rios de modo irregular, causando inundações parciais nas áreas planas do Município. Nestas áreas, a água se acumula devido à dificuldade de infiltração e drenagem. Os rios principais, como o rio Nhundiaquara, então, atingem sua capacidade máxima de escoamento das águas, que antes de atingirem seu destino final, podem ser impedidas pela subida da maré na Baía de Paranaguá.(MAACK in LIMA et al, 1970).

Além do apoio bibliográfico, foi feita uma análise da drenagem um pouco mais detalhada, baseada no mosaico das cartas topográficas. Assim, a bacia foi dividida em 4 porções: Norte, Sul, Leste e Oeste. E pode ser observada na Carta Hidrográfica, figura 12, que contém os rios principais, que constam nas cartas topográficas que fizeram parte do mosaico para este estudo

Na porção ocidental, aparecem os padrões de drenagem que estão condicionados a sua forma de relevo, sendo estes retangulares em função dos falhamentos, dobramentos e direção dos diques.

Os vales são estreitos, com desníveis, onde são encontradas as maiores elevações topográficas, apresentando vertentes relativamente íngremes. Aparecem também nos troncos principais, as drenagens paralelas e dendríticas nas nascentes. Algumas formas anômalas são ainda detectadas nesta porção. Talvez devido aos falhamentos que caracterizam o padrão retangular, encontram-se casos de cotovelos.

A porção norte da bacia está entre as serras da Graciosa e a serra dos Órgãos. É a parte mais estreita. Apresenta um padrão de drenagem paralelo e retangular. Os canais aparecem com sinuosidade mista, com tendência para o retilíneo justamente por estarem bem encaixados. O ângulo de confluência é baixo. Os vales são encaixados e

as vertentes predominantes possuem geometria convexizada e retilínea, com menor declividade que os da parte ocidental.

Ao Sul, a bacia apresenta uma drenagem predominantemente dendrítica, embora, percebemos que na porção sudoeste o padrão de drenagem predominante é o retangular. Tal ocorrência se deve a grande quantidade de falhamentos. É um caso particular de relevo referente à região sul como um todo, porque aparecem arcos e cotovelos. Aumenta de 400m do sul para 1300 m de altitude (Serra das Canasvieiras). Verifica-se a existência de falhas, fraturas e diáclases, que correspondem às menores elevações do conjunto Marumbi. Os morros são elevados e os vales são profundos. A sudeste, exhibe padrão de drenagem retilíneo, com vertentes convexizadas em sua maior parte, por vales mais suaves ou seja, menos encaixados em comparação com os vales do sudoeste.

A porção central, formada pela grande planície que recebe as águas desta bacia, possui os rios das áreas baixas, em formato de calhas rasas e de margens relativamente simétricas. Tem dominância de rios sinuosos e meandantes. Nas proximidades da foz, encontram-se meandros abandonados.

A parte leste da bacia, são áreas sujeitas aos fluxos e refluxos das marés. É representada pela parte mais plana da bacia. E podem ser observadas nas Figuras 13 e 14. A Drenagem da bacia pode ser observada na Carta Hidrográfica, figura 12.



CARTA HIDROGRÁFICA  
BACIA DO  
RIO NHUNDIAQUARA

Figura 12

LEGENDA:

- Ferrovia
- Estradas secundárias
- Rodovias
- Rios
- Limites municipais

Porcentagem dos municípios  
contidos na  
Bacia do Nhundiaquara

MUNICÍPIOS	ÁREA (ha)	%
Quatro Barras	2179	3,06
Piraquara	3973	5,59
Antonina	6519	9,17
Morretes	58428	82,18



1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Fonte: Base cartográfica dos municípios -  
SEMA; e digitalização pela autora das cartas  
topográficas do IBGE/DSG  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva



FIGURA 13 ASPECTO DA FOZ DO RIO NHUNDIAQUARA, COM A BAÍA DE PARANAGUÁ AO FUNDO



Foto: da autora em levantamento de campo

FIGURA 14 - ASPECTO DO RIO NHUNDIAQUARA PORTO DE CIMA COM AFLORAMENTOS DE ROCHA E OCUPAÇÃO DAS MARGENS.



Foto: da autora em levantamento de campo



#### 4.2.6.2 Qualidade das Águas

No Brasil, os padrões de potabilidade da água estão estabelecidos na Portaria 20/ 86 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, e complementadas pela resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000. CONAMA.,2000. A rede de monitoramento da qualidade da água do Estado do Paraná - Sistema/IAP/SUDERSHA são responsáveis pelas informações, que divulgadas através de relatórios técnicos e mapas temáticos. Possuem várias estações em todo o Estado, na Bacia Litorânea são 18 estações, das quais 4 estão na área de estudo. E foram expressos no quadro 1.

QUADRO 1 LOCAIS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

LOCAIS DE COLETA BALNEABILIDADE 2000-2001				Coordenadas	
				UTM Norte	UTM - Leste
MORRETES	NHUNDIAQUARA	MR-01	Porto de Cima	713870	7185336
		MR-02	Em frente ao Marco Zero	718068	7180482
		MR-03	Em frente Largo Lamenha Lins	717838	718639
	MARUMBI	MR-04	Próximo à Ponte	718584	7179376

Fonte SEMA,2001

A SEMA , divulga relatório da qualidade das águas nos pontos monitorados que podem ser consultados pela Internet<sup>1</sup>. Podemos verificar que nos boletins de balneabilidade para os referidos pontos, e pelo período monitorado, que na maior parte do período a qualidade da água é imprópria para banho.

Os parâmetros e a frequência das coletas analisadas, segundo a SEMA, 2001 varia conforme a estação e a bacia monitorada, mas basicamente são realizados parâmetros físicos químicos e bacteriológico. A avaliação da situação atual dos rios, é determinada através do IQA –Índices de Qualidade de Água, por índices químicos e biológicos. O sistema de avaliação e classificação da qualidade das águas de rios desenvolvida pela área de Limnologia do IAP, leva em consideração a Resolução CONAMA 20, que enquadra os rios em diferentes classes, de acordo com seus usos

<sup>13</sup> Site [www.celepar.br/sema/iap.html](http://www.celepar.br/sema/iap.html)

preponderantes segundo a Resolução CONAMA 20/86; nível de poluição, qualidade da água, classe compatível, cor. Para o uso preponderante enquadra os rios da seguinte forma:

Classe 1: águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas,
- à recreação do contato primário,
- à irrigação de hortaliças e frutas;
- criação natural e/ou intensiva

Classe 2: águas destinadas:

- ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário;
- à irrigação de hortaliças e frutas;
- criação natural e/ou intensiva;

Classe 3: águas destinada:

- ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- à irrigação de culturas arbóreas;
- dessedentação dos animais

Classe 4: águas destinadas:

- à navegação;
- à harmonia paisagística;
- aos usos menos exigentes;

Também segundo a SEMA, 2001, com a finalidade de apresentar a situação real de forma simplificada, foi desenvolvido um sistema de cores, no qual de acordo com o grau de comprometimento quanto a poluição hídrica, os corpos d'água são classificados:

Lilás – não a muito pouco comprometido: enquadram-se nesta categoria, os rios que apresentam condições de qualidade de água compatíveis com os limites

estabelecidos para a classe 1. Estes rios apresentam qualidade ótima, com níveis desprezíveis de poluição.

Verde escuro – pouco comprometido; enquadram-se nesta categoria os corpos d'água que apresentam condições de qualidade de água compatíveis com os limites estabelecidos para classe 2. Estes rios apresentam qualidade da água boa, com níveis baixos de poluição.

Verde claro – moderadamente comprometido: enquadram-se nesta categoria os corpos d'água que apresentam condições de qualidade de água estabelecidos para os rios da Classe 3. Estes rios apresentam aceitáveis níveis de poluição.

Amarelo- Poluído: enquadram-se nesta categoria os corpos d'água que apresentam condições de qualidade de água compatíveis com limites estabelecidos na classe 4. Estes rios apresentam qualidade da água ruim, com poluição acima dos limites aceitáveis.

Vermelho – muito poluído: esta categoria abrange os corpos d'água que se enquadram em nenhuma das classes acima estabelecidas. Estes rios apresentam qualidade da água péssima, com níveis de poluição muito elevados.

Podemos fazer, o diagnóstico da situação da qualidade da água nos trechos monitorados, que considera os parâmetros físicos e químicos mais relevantes e bacteriológicos (coliformes totais e fecais) de acordo com as classes estabelecidas.. Através dos resultados, verifica-se que a situação é crítica para os pontos monitorados, principalmente em função dos altos níveis de contaminação fecal em condições das precárias de saneamento básico. Todos os rios localizados na região de maior adensamento, populacional estão muito comprometidos, sob o aspecto físico, químico e bacteriológico, e portanto em desacordo com a legislação vigente.

No entanto, os dados de IQA, conforme a SUDERSHA, 1999 concluem que de maneira geral, os rios da Bacia Litorânea são os mais bem conservados do Estado, entretanto adverte, que as estações de monitoramento em sua maioria, nos corpos principais dos rios, é possível que cursos d'água que cruzam áreas urbanizadas, estejam com más condições de qualidade. É, portanto o caso das áreas monitoradas na bacia do Rio Nhundiaquara.

Em artigo, EIGER,(1999) chama a atenção sobre a questão do esgoto municipal, que é freqüentemente a fonte de poluição mais comum e de maior risco para os banhistas, pois várias doenças podem ser transmitidas aos seres humanos, através de vírus, bactérias, protozoários e vermes patogênicos. Doenças de vários graus de gravidade, como: Febre Tifóide, Febre Paratifóide, Cólera, Disenteria Bacilar, Amebíase, Poliomielite e Hepatite infecciosa. O autor afirma que não existem dúvidas com relação ao fato de que o contato com águas contaminadas representa um risco à saúde, e discute ainda que a possibilidade de um banhista contrair uma doença, banhando-se em águas contaminadas, aumenta com a concentração dos organismos patogênicos relevantes no meio aquático, com o tempo e a exposição, com a forma com que se expõe ao meio aquático e o seu nível de imunidade. Pois, um protozoário, por exemplo, pode ser relativamente inofensivo em pessoas saudáveis, mas muito perigoso para pessoas que apresentam deficiências imunológicas, como os portadores de AIDS.

Nos rios monitorados, observou-se em trabalho de campo, que existe uma concentração enorme de banhistas, principalmente nos finais de semana, mesmo com as placas indicativas de imprópria para banho, e que no ponto Marco Zero (próximo ao restaurante Madaloso), e Porto de Cima (próximo à ponte), nem havia placas alertando para o perigo de contaminação, em vários dos períodos visitados. E em contacto com um funcionário do estabelecimento Ponte Velha, um dos restaurantes próximo a uma das estações de monitoramento, este afirmou que o rio só ficava poluído nos dias de chuva. Também são feitas as coletas de água sempre nesses dias e na sua concepção não existe poluição nos outros dias, pois na maior parte do tempo as “águas do rio são de excelente qualidade”, dando inclusive para beber. Neste ponto, crianças de várias idades ficam longos períodos se banhando nas águas poluídas do Rio Nhundiaquara. No local Porto de Cima, a situação ainda é mais séria, pois inúmeros turistas visitam a área nos finais de semana, e das diversas vezes em que estivemos no local, apenas no início da temporada, vimos a placa alertando para a qualidade da água, nos outros meses, a placa foi retirada. Quando perguntamos a um dos funcionários do IAP, por

que isso ocorria, ele explicou que os donos das pousadas não querem “esta propaganda negativa”, pois diminui o número de turistas, prejudicando assim os negócios” .

EIGER (op.cit), explica que um dos problemas sobre esta questão, está relacionado à avaliação da balneabilidade no meio aquático, que reside no fato de que o risco não é ainda razoavelmente quantificado.

Outra questão que cabe analisar, é a resolução nº 274, de 20 de novembro de 2000 que regulamenta o CONAMA 20/86, que revoga os artigos 26 a 36 e no inciso 1º do Art.3º que estabelece:

Artº 3 Os trechos das praias e dos balneários serão interditados e sinalizados, se o órgão de controle ambiental em quaisquer das esferas municipal, estadual ou federal, constatar a impropriedade das águas de recreação de contato primário.

§ 1º Considera-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como derramamento de óleo e extravazamento de esgoto, a ocorrência da toxidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

Note-se que os aspectos jurídico-ambientais provenientes da bacia hidrográfica, bem como do meio ambiente, são de natureza interativa dialética, ou seja, quando se polui a água, pode ocorrer que o solo e o ar também sejam poluídos; e vice versa,. Atendendo a esta natureza interativa dialética do ambiente e da própria vida, deve-se adotar, para efeito do *Reconhecimento Jurídico-Ambiental (RJA)*, o conceito de *poluição* estabelecido pela *Lei de Política Nacional do Meio Ambiente* (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) e pelo *Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976*. Esta lei define como *Poluição* – “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a. Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b. Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c. Afetem desfavoravelmente a biota;
- d. Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

*e. Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos." (art. 3º. III)*

Analisemos, agora, o conceito de poluição contido no referido decreto (Aprova o Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio-ambiente).

Estaremos poluindo a água, o ar ou o solo, quando lançarmos neles, toda e qualquer forma de matéria ou energia:

*"I- com intensidade, em quantidade e de concentração, em desacordo com os padrões de emissão estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;*

*II- com características e condições de lançamento ou liberação, em desacordo com os padrões de condicionamento e projeto estabelecidos nas mesmas prescrições;*

*III- por fontes de poluição com características de localização e utilização em desacordo com os referidos padrões de condicionamento e projeto;*

*IV- com intensidade, em quantidade e de concentração ou com características que, direta ou indiretamente, tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do meio-ambiente estabelecidos neste regulamento e normas dele decorrentes;*

*V- que, independentemente de estarem enquadrados nos incisos anteriores, tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade." (art. 3º)*

Vale ressaltar que *"são consideradas fontes de poluição todas e quaisquer atividades, processos, operações ou dispositivos, móveis ou não que, independentemente de seu campo de aplicação, induzam, produzam ou possam produzir a poluição do meio-ambiente, tais como: estabelecimentos industriais, agropecuários e comerciais, veículos automotores e correlatos, equipamentos e maquinarias, e queima de material ao ar livre." (art. 4º)*

Portanto, desse último conceito, podemos concluir que, com exceção do inciso V, a poluição está diretamente ligada a padrões pré-determinados pelo Decreto n.



8.468/76, e normas dele decorrentes, o que equivale dizer que se aceita a poluição da água, do ar e do solo, em certos limites considerados toleráveis pela Lei.

*Entretanto, se o lançamento ou liberação de toda e qualquer forma de matéria ou energia, independentemente de estar enquadrada num dos quatro incisos do art. 3º em apreço (que não o V), ou seja, independente de padrões, tornar ou ter potencialidade de tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem-estar público, danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade, deverá ser combatido judicialmente, pois é reconhecido pelo ordenamento jurídico como atividade, processo, operação ou dispositivo poluente.*

Além disso a Constituição do Estado do Paraná estabelece no capítulo V do meio Ambiente no artigo 207 que:

*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Estado, aos Municípios e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presente e futuras, garantindo-se a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais.*

*§ 1º Cabe ao Poder Público, na forma da lei, para assegurar a efetividade deste direito:*

*III - determinar que o fundo estadual do meio ambiente receba, além dos recursos orçamentários próprios, o produto das multas por infrações às normas ambientais;*

*IX - informar à população sobre os níveis de poluição e situações de risco e desequilíbrio ecológico;*

*X - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;*

*XI - incentivar a solução de problemas comuns relativos ao meio ambiente, mediante celebração de acordos, convênios e consórcios,*





























































*XII - promover o controle, especialmente preventivo, das cheias, da erosão urbana, periurbana e rural e a orientação para o uso do solo;*

*XVIII - incentivar as atividades privadas de conservação ambiental.*

Assim sendo, temos instrumentos legais necessários, para que se possa equacionar as questões ambientais.

Na tabela 7, são apresentados, os dados monitorados pelo IAP, nos períodos de 30.01.2000 à 27.02. 2000 e 06. 02.2000 à 7. 03. 2000. Estivemos nos locais monitorados, por diversas vezes, nestes períodos, e em nenhuma das ocasiões, os locais de banho estavam interditados, como manda a lei. E em conversa com vários proprietários de pequenos comércios nos locais, nenhum lembrou de algum momento em que algum lugar do rio fosse interditado.

TABELA 7 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Classificação da Qualidade de Água para Banho e Recreação das Praias do Litoral Classificação conforme Resolução No. 20/86 do CONAMA.															
PRÓPRIAS PARA BANHO										IMPRÓPRIAS PARA BANHO					
 Excelente		 Muito Boa		 Satisfatória				 Imprópria							
CLASSIFICAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO ANUAL CONFORME CETESB/93															
QA:		Qualificação Anual de 1999/2000													
	ÓTIMA	Classificada como EXCELENTE em 100% do tempo.													
	BOA	Classificada como PRÓPRIA em 100% do tempo, exceto as classificadas como excelente em 100% do tempo													
	REGULAR	Classificada como IMPRÓPRIA em porcentagem inferior a 50%													
	MÁ	Classifica como IMPRÓPRIA em porcentagem de tempo igual ou superior a 50%													
LITORAL PARANAENSE															
Boletins Emitidos:															
Boletim	Período de Coleta		Boletim	Período de Coleta		Boletim	Período de Coleta								
01	09.12.1999-21.12.1999		06	27.12.1999-23.01.2000		11	30.01.2000-27.02.2000								
02	12.12.1999-27.12.1999		07	03.01.2000-30.01.2000		12	06.02.2000-07.03.2000								
03	15.12.1999-03.01.2000		08	09.01.2000-06.02.2000		13									
04	16.12.1999-09.01.2000		09	16.01.2000-13.02.2000		14									
05	21.12.1999-16.01.2000		10	23.01.2000-20.02.2000		15									
LOCAIS			BOLETINS - RESULTADOS												
MUNICÍPIO	PRAIAS/RIO	LOCAL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	QA
MORRETES Água Doce	RIO NHUNDIA- QUARA	Porto de Cima													
		Frente ao Marco Zero													
		Frente Largo Lame- nha Lins													
	RIO MARUMBI	Próximo à Ponte													

Fonte: IAP, [www.paracidade.gov](http://www.paracidade.gov).



Na figura 15 pode-se observar a presença de vários banhistas principalmente nos finais de semana no Rio Nhundiaquara, próximo da ponte em Porto de Cima, um dos locais monitorado pelo IAP.

FIGURA 15 – PONTE PORTO DE CIMA, ONDE É COMUM A GRANDE FREQUÊNCIA DE BANHISTAS, ESPECIALMENTE NOS FINAIS DE SEMANA.

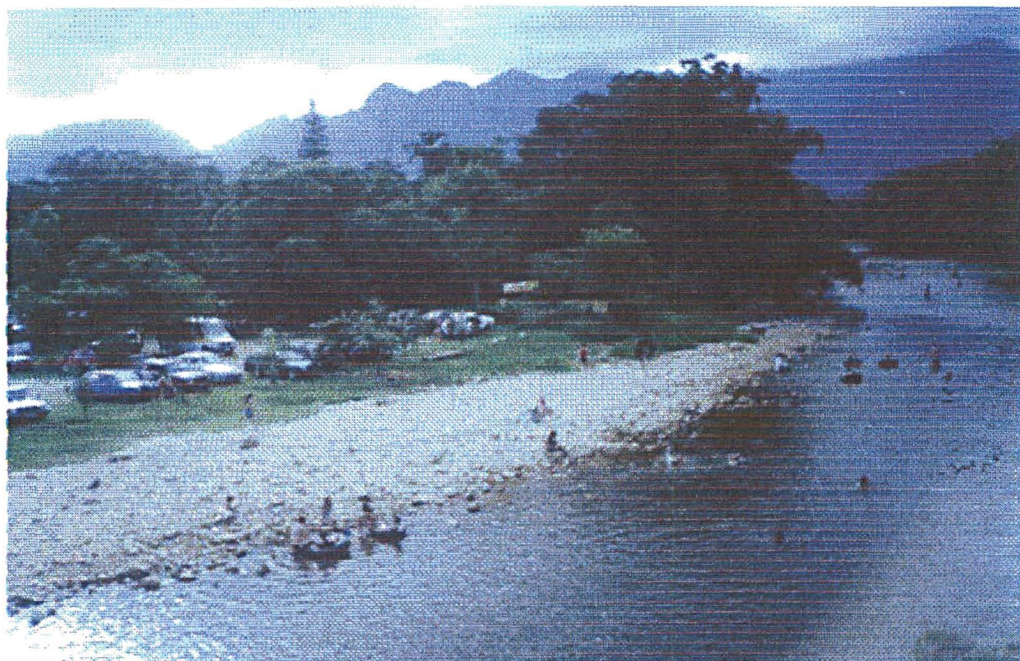


Foto: da autora levantamento de campo

Outro fato importante observado nos trabalhos de campo, foi o aspecto da água que é consumida pelos moradores do Loteamento Sesmaria e Sapitanduva, onde fica também o local do depósito de lixo da cidade de Morretes, e vivem várias famílias que dependem do lixo para retirada de seu sustento. Estivemos no local do lixão por várias ocasiões, e a situação dos moradores é bastante precária. Inclusive entrevistamos uma família, que afirmava ser a propriedade imprópria para a plantação “até de capim para o gado”, uma vez que, segundo o casal, “o gado não come o capim onde os Urubus pousam”. E passados alguns meses, quando voltamos para entrevista-los novamente, eles já haviam deixado o local.

Observamos nas figuras 16,17,18, aspectos da condição em que se encontrava o local.



FIGURA 16 ASPECTO DO LIXÃO JUNTO AO LOTEAMENTO SESMARIA



Foto:da autora levantamento de campo

FIGURA 17 ASPECTO E COR ESVERDEADA DA ÁGUA DOS POÇOS CONSUMIDA PELOS MORADORES DO LOTEAMENTO SESMARIA.



Foto: da autora Levantamento de campo



FIGURA 18 PADRÃO DAS RESIDÊNCIAS DO LOTEAMENTO SESMARIA



Foto:da autora levantamento de campo



#### 4.2.7 Aspectos Geológicos – Geotécnicos - Envolvendo Cortes em Rochas e o Traçado das Rodovias que Cortam a Área de Estudo.

Como já foi visto, a área em estudo se caracteriza por um relevo íngreme, ladeado por duas faixas planas (o planalto de Curitiba e a baixada de Paranaguá), em que ocorrem sedimentos aluvionares e/ou marinhos.

As encostas no trecho da Serra do Mar, apresentam-se em geral, com vegetação densa, com alguns desmatamentos na faixa de domínio da rodovia BR277. No planalto de Curitiba e na baixada de Paranaguá, o desmatamento foi mais intenso para a abertura de pastagens.

A existência de encostas florestadas íngremes em regiões tropicais de clima úmido, assentes sobre o embasamento cristalino, como é o caso da faixa da Serra do Mar no Estado do Paraná, apresentam com frequência, um delicado equilíbrio físico, dadas as suas características geométricas e evolutivas. Quando estes locais sofrem os efeitos de artificialização, como no caso de execução de cortes, desmatamento e a terraplanagem para a abertura de rodovias, pode-se gerar a instabilização dessas encostas, com a ocorrência de descalçamento de blocos e lascas, escorregamentos rasos e profundos, em solo e/ou rocha, erosões diversas e outros fenômenos típicos dessa situação de desequilíbrio, tais como a ocorrência de rastejos associados a importantes depósitos de tálus.

Segundo estudo realizado pela concessionária ECOVIA Caminhos do Mar S/A, a área das Rodovias de onde ocorrem os maiores problemas geotécnicos, é justamente o da Serra do Mar, constituído por encostas íngremes, com a presença do manto intempérico geralmente espesso, além da presença freqüente de depósitos de tálus. Outro condicionante, este climático, preponderante nas ocorrências de movimentos de massas é a precipitação, que na área, caracteriza-se por eventos de alta concentração em períodos de poucas horas ou dias.

Desde sua inauguração, a rodovia BR-277 vem sofrendo incontáveis movimentos de massa, que ocorreram principalmente como consequência da aceleração nos processos de evolução das encostas, provocada pela presença da obra. Estes movimentos de massa, caracterizam-se principalmente pelos processos de rastejo dos grandes depósitos de tálus, que já ocasionaram uma série de problemas no traçado, motivando a construção de uma série de obras de contenção, principalmente na porção serrana da rodovia.

Pode-se observar aspectos da morfologia da área ao observarmos as Figuras 19 e 20.

FIGURA.19 -ASPECTO DA MORFOLOGIA DA SERRA DO MAR, FLANCO.NW DO MACIÇO DO MARUMBI, MOSTRANDO FORTE CONTROLE ESTRUTURAL COM MERGULHO SW



Foto: autora levantamento de campo (vista da ferrovia Serra do Mar)



FIGURA 20- ASPECTO DA MORFOLOGIA DA SERRA DO MAR, COM BLOCO FRATURADO DE ROCHA, COM NÍTIDA EXPRESSÃO PLANA HORIZONTAL



Foto: da autora levantamento de campo.(vista da ferrovia - Serra do Mar)

A região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar, é típica da área estudada. Nesta região, ocorre uma drenagem fortemente condicionada pelas estruturas, com segmentos retilíneos. Há escarpas íngremes e grandes desníveis altimétricos. A serra representa o bloco montanhoso saliente, com altitudes superiores a 1200 m nas partes mais elevadas, com evidências de basculamento em direção ao litoral.

A escarpa litorânea secciona a área do estudo, apresentando ainda reentrâncias, em que, nas partes continentais, instalam-se pequenas planícies litorâneas, parcialmente preenchidas com depósitos aluvionares dos rios da região.

A região da Serra do Mar, é caracterizada pela presença de processos morfogenéticos, atuando principalmente em depósitos de tálus expressivos ou em encostas desprotegidas. Trata-se portanto, de região de dinâmica instável, com constantes movimentos de massa (rastejos, deslizamentos, queda de blocos, etc.), mesmo com a presença de cobertura vegetal, ou seja, em condições naturais. Pode-se então, prever as conseqüências da artificialização da paisagem (cortes, desmatamentos,

etc.) nessa dinâmica, com acelerado processo de instabilização, o que se traduz nas cartas de Fragilidade e Susceptibilidade constante neste trabalho pelo alto e muito alto níveis de fragilidade e susceptibilidade, tanto potencial como emergente. O que também pode ser observado, percorrendo-se a área serrana do estudo.

#### 4.2.7.1 Problemas Geotécnicos Principais

Os principais problemas geotécnicos, observados pela Concessionária ECO VIA Caminhos da Serra do Mar S/A, relacionados à execução de cortes em rocha, são as quedas ou tombamentos de blocos e/ou lascas de rocha e os deslizamentos de lajes de rocha. Outros tipos de movimentos comuns na área, são os escorregamentos circulares em solos residuais e coluvionares; a movimentação de blocos isolados por descontinuidades (foliação ou fraturas) e principalmente os movimentos dos depósitos de talus.

Os movimentos em talus são os mais danosos ao traçado da rodovia BR 277, já tendo exigido a construção de diversas obras de contenção, em especial, cortinas atirantadas. O movimento de rastejo, normalmente lento, é uma constante nos maiores depósitos, notadamente naqueles onde o nível de água revela-se mais alto.

##### 4.2.7.1.1 Quedas e Tombamentos de Blocos e Lascas

Segundo a Concessionária ECO VIA, é comum, nos cortes existentes no trecho levantado, a ocorrência de quedas ou tombamentos de blocos e lascas rochosas, bem como a presença de diversos blocos e/ou lascas de rocha em posição extremamente instável, que devem ser alvo de intervenções preventivas, de maneira a se evitar a interrupção parcial ou total da rodovia (Figuras 21,22,23,24).

Os blocos e lascas são formados pela interseção das famílias de fraturas subverticais, das juntas de alívio de tensão e da foliação. Assim, o grau de



fraturamento do maciço rochoso e a direção das fraturas em relação à parede do corte, são os fatores mais importantes para a ocorrência deste tipo de movimento. Quanto mais fraturado o maciço e mais persistentes são as discontinuidades, maior é a quantidade de blocos instáveis.

Em alguns cortes, é comum se observar ainda a presença de inúmeras fraturas, resultantes de explosivos usados para o desmonte do maciço rochoso e abertura dos cortes em rocha. Estas fraturas, em geral com direções e mergulhos extremamente variados, pouca persistência, pequena abertura e pequeno espaçamento, favorecem a individualização de inúmeros blocos e lascas de rocha, agravando ainda mais o problema.

As quedas de blocos e lascas ocorrem indistintamente nos cortes em rocha da rodovia, ocorrendo com mais frequência no trecho da serra do Mar.

FIGURA 21 - CICATRIZES DE QUEDAS DE BLOCOS RESULTANTES DE FRATURAS SUBVERTICAIS.BR. BR277



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia BR-277)



FIGURA 22- MAIOR SEGMENTO DA RODOVIA BR 277, COM GRANDE INCIDÊNCIA DE CORTES EM ROCHA. NOTAR DOIS LOCAIS ONDE BLOCOS ROCHOSOS SE DESPRENDERAM. ESTES PONTOS SOFRERAM A COLOCAÇÃO DE TIRANTES E CONCRETO PROJETADO.



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia BR-277)

FIGURA 23- CORTE EXIBINDO AGLOMERAÇÃO BLOCOS ROCHOSOS INSTÁVEIS NA BR277



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia BR-277)



FIGURA 24 -PRINCIPAL CORTE EM ROCHA GNAISSICA POUCO ALTERADA NA REGIÃO DA BR 277, SUJEITO NO ENTANTO A QUEDA DE LASCAS DE ROCHA



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia BR-277)

#### 4.2.7.1.2 Escorregamentos Circulares em Solos Residuais e Coluvionares

Este fenômeno é relativamente freqüente no traçado estudado. Ocorre com mais intensidade nos solos residuais maduros dos gnaisses da região. Algumas instabilizações circulares podem ser observadas ao longo do traçado, através das figuras 25 e 26.



FIGURA 25- CORTE, COM RUPTURA CIRCULAR DESENVOLVIDA EM SOLO RESIDUAL



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar

FIGURA 26 -RUPTURA CIRCULAR EM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE. A INCLINAÇÃO DE CERCA DE 35° PARA O CORTE INDICA PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA BAIXOS PARA O MATERIAL.

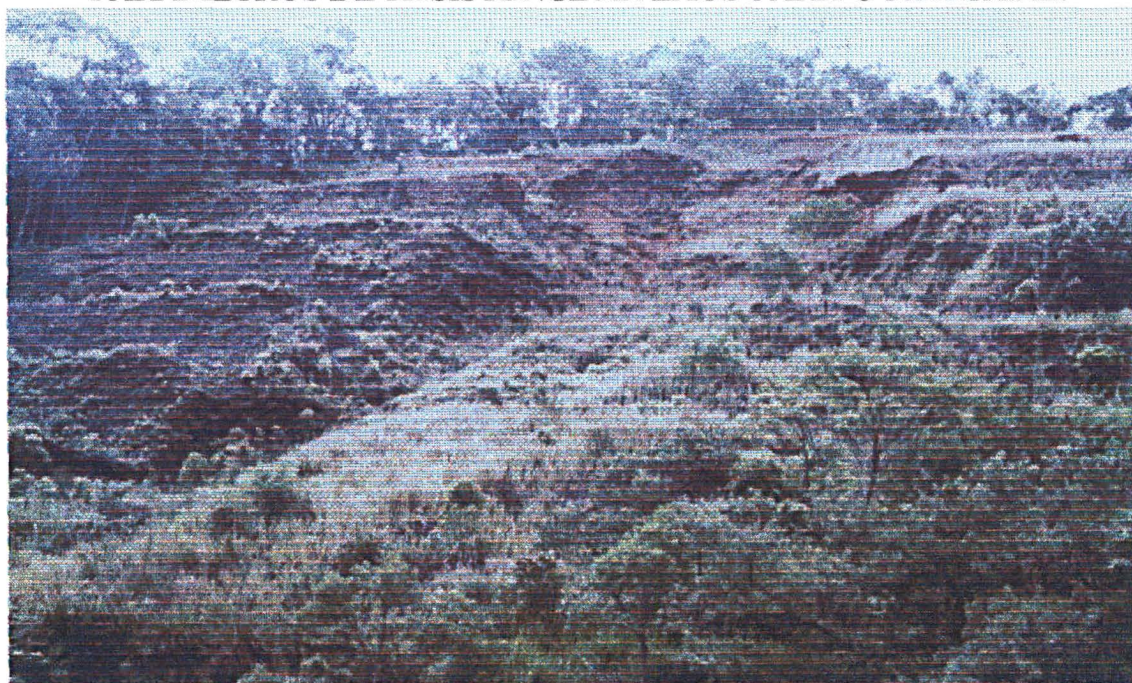


Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar



#### 4.2.7.1.3 Escorregamentos Lentos (Rastejos) dos Depósitos de Tálus e Solo Residual

Os escorregamentos lentos ou rastejos, vêm ocorrendo com muita frequência ao longo do traçado, em particular associados aos importantes depósitos de tálus na faixa da Serra do Mar. Os principais condicionantes geológicos deste tipo de movimento, são a presença de depósitos de tálus espessos, a presença de níveis de água elevados no depósito, a baixa resistência da matriz argilosa, normalmente presente, envolvendo os blocos e matacões, e baixas inclinações da superfície de contato do tálus com o gnaisse.

Na altura do trecho entre Antonina e Morretes, ocorre uma instabilização tipo rastejo, em solo residual de um nível de rocha metabásica dentro do maciço gnáissico (figura 27). A baixa resistência de solos mais argilosos, aliada a surgências de água e baixa inclinação do talude, contribuem para o desenvolvimento de um rastejo.

FIGURA 27 - TALUDE SOFREND O “RASTEJO” DEVIDO AO NÍVEL DE ÁGUA ELEVADO E BAIXA RESISTÊNCIA DO MATERIAL. TRECHO DA RODOVIA ANTONINA MORRETES - PR 408



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia PR-408)



Alguns grandes depósitos de tálus, foram observados ao longo do traçado, que geram, instabilizações tipo rastejo em vários locais. Alguns dos principais, podem ser vistos na figura 28. Estas instabilizações históricas, motivaram uma série de obras de contenção ao longo do tempo no traçado, com destaque para cortinas atirantadas. Muitas destas obras revelaram-se ainda não suficientes, em função da continuidade dos movimentos até os dias de hoje

FIGURA 28 MURO DE CONTRAFORTES PARA CONTER DEPÓSITO DE TÁLUS DE GRANDE DIMENSÃO NA SERRA DO MAR, NOTAR PORÇÃO TRINCADA EM FUNÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE UM MATAÇÃO.



Foto: concessionária ECO VIA Caminhos do Mar (Rodovia BR-277)

#### 5.2.7.1.4 Diagnósticos Geotécnicos.

Diagnósticos fornecidos pela ECO VIA Caminhos do Mar S/A, demonstram a ocorrência de vários problemas geotécnicos, principalmente na região Serrana da área de estudo.

As ocorrências observadas pela Concessionária ECO VIA foram subdivididas nas seguintes tipologias:



- Erosões; Escorregamentos; Abatimento na pista; Movimentação de Tálus; Queda ou rolagem de blocos; Danos em estrutura de contenção existentes.

Na tabela 8 e 9 e no gráfico 4, a seguir, são apresentadas, trechos de interesse da concessionária e por tipo de ocorrências, as quantidades totais registradas:

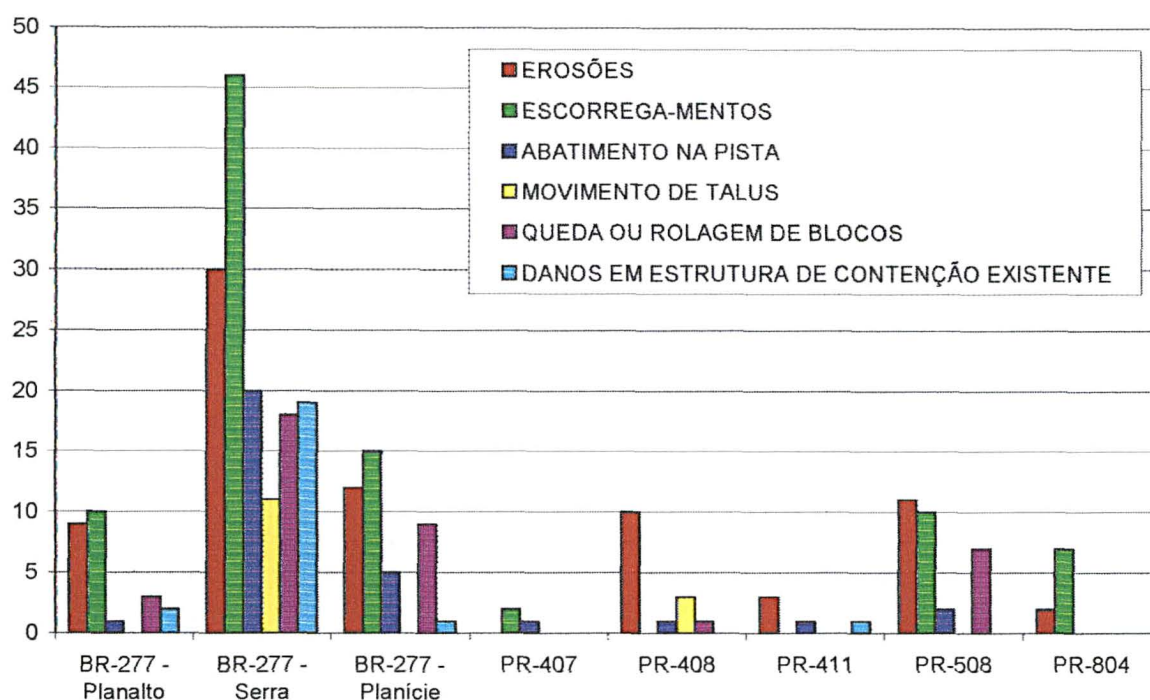
TABELA 8 TIPOS DE OCORRÊNCIAS GEOTÉCNICAS

	EROSÕES	ESCORREGAMENTOS	ABATIMENTO NA PISTA(*)	MOVIMENTOS DE TALUDE	QUEDA OU ROLAGEM DE BLOCOS	DANOS EM ESTRUTURA	TOTAL
BR - 277 – Planalto	9	10	1	0	3	2	25
BR - 277 – Serra	30	46	20	11	18	19	144
BR - 277 - Planície	12	15	5*	0	9	1	42
RR - 407	0	2	1*	0	0	0	3
PR - 408	10	0	1	3	1	0	15
PR - 411	3	0	1	0	0	1	5
PR - 508	11	10	2*	0	7	0	30
PR - 410	2	7	0	0	0	0	9

(\*) os casos de abatimento de pista devidos à presença de solos moles na fundação dos aterros foram identificados de forma global, sendo computada uma única ocorrência para cada trecho.

Fonte: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

GRÁFICO 4 - OCORRÊNCIAS GEOTÉCNICAS



Fonte: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

Pode-se observar que, em decorrência de suas características climáticas e geomorfológicas adversas, a maior concentração de ocorrências se dá no trecho da serra da BR-277, com destaque para problemas de grandes dimensões, tais como a movimentação de depósitos de talus ou cortes verticais em maciços rochosos de grande altura.

Em alguns trechos, notadamente na PR-508 e PR-407, mas também na BR-277, foram observados recalques dos corpos estradais, sem grandes problemas para a operação das rodovias, exceto junto a estruturas (bueiros e encontros de pontes), onde se formam desníveis, em alguns casos acentuados. Tais abatimentos, são decorrentes da presença de depósitos sedimentares compressíveis subjacentes ao aterro, e normalmente, não representam risco, do ponto de vista geotécnico. Entretanto, podem vir a ser críticos do ponto de vista operacional - solavancos, perda de visibilidade e riscos de acidentes. Neste caso, deverão ser objeto de estudo detalhado, a fim de obter soluções definitivas.

Nos trechos de baixada, tanto da BR-277 como nas rodovias estaduais, os rios sofrem enchentes frequentes que têm provocado descalçamento nas estruturas dos

encontros das pontes. Em outros casos, a própria drenagem de pista é deficiente, provocando erosão dos aterros nos encontros

#### 4.2.7.1.5 Hierarquização do Diagnóstico

O Cadastro Geológico-Geotécnico, realizado pela Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, contém para cada ocorrência observada, além das informações relativas à sua caracterização física, os indicadores denominados **CONDICIONANTES DE RISCO**, ou parâmetros de decisão. São tais condicionantes que, agregados aos **FATORES DE PONDERAÇÃO RELATIVA** de cada um, nortearam o processo de hierarquização dos locais

Na tabela 9, foram relacionados os níveis de risco considerados e as notas a eles atribuídas para entrar na formulação dos parâmetros de decisão.

TABELA 9 - NÍVEL DE RISCO

<i><b>NÍVEL DE RISCO</b></i>	<i><b>NOTA</b></i>
Crítico	9
Alto	7
Médio	5
Baixo	3
Reduzido	1

FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

Os fatores de ponderação, dizem respeito à importância relativa de cada condicionante na deflagração de acidentes geotécnicos que afetem a operação das rodovias. Na tabela 10, são relacionados os condicionantes de risco considerados e os fatores de ponderação correspondentes, os quais foram utilizados na análise, para determinação dos valores do parâmetro de decisão característico de cada local.



TABELA 10 - CONDICIONANTES DE RISCO

<b>CONDICIONANTES DE RISCO</b>	<b>FATOR DE PONDERAÇÃO</b>
Grau de Deterioração	2
Tendência à Evolução	3
Risco de Interrupção da Via	4
Complexidade / Custo da Solução	2
Pluviometria	1
Intensidade de Fluxo de Veículos	3

FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

A concessionária ECO VIA, ao desenvolver o trabalho leva em consideração as seguintes condicionantes:

a) Grau de Deterioração

Este condicionante, agregado ao condicionante “tendência a evolução”, descrito a seguir, compõe o chamado risco geológico - geotécnico propriamente dito, e reflete o estado de deterioração do local quando do cadastramento, em termos geológico - geotécnico, tais como a constatação pela concessionária ECO VIA, de existência de cicatrizes de ruptura, blocos de rocha soltos, erosões, abatimentos na pista, ou ainda, danos a obras de contenção existentes. O fator de ponderação adotado para esse condicionante foi de 2, refletindo a existência da possibilidade de instabilização, deixando para o fator de ponderação referente à tendência a evolução, um maior peso na avaliação do parâmetro de decisão.

b) Tendência à Evolução

Este condicionante representa o fator preponderante no risco geotécnico propriamente dito (Grau de Deterioração + Tendência a Evolução), pois apenas a evolução dos problemas observados, levará a uma nova instabilização que afetará fisicamente a rodovia, tendo-lhe sido atribuído o valor 3.

d) Risco de Interrupção da Via



Esse é o condicionante de maior importância, pois reflete não apenas a possibilidade dos maiores prejuízos econômicos, mas principalmente o maior risco de perda de vidas humanas, tendo-lhe sido atribuído portanto o valor mais elevado de fator de ponderação. Poder-se-ia acrescentar, que representa também o maior risco de envolvimento de veículos, transportando cargas perigosas e graves consequências ambientais.

Na avaliação do risco de interrupção da via, os fatores preponderantes, foram as dimensões da massa potencialmente instável e sua proximidade da via.

#### e) Dificuldade de Restabelecimento do Tráfego

Esse condicionante reflete o nível de transtorno para a concessionária e para os usuários, caso venha a ocorrer o acidente geotécnico.

Sua avaliação baseia-se, principalmente no tempo necessário para implantar solução de estabilização, e para limpeza da pista e/ou implantação de variantes de tráfego locais.

#### f) Complexidade da Solução

Para esse condicionante, as notas foram tanto menores quanto maior o custo, complexidade e/ou dificuldade de execução da solução recomendada, privilegiando assim as soluções mais simples e de menor custo.

O baixo valor de fator de ponderação atribuído a esse condicionante, não afeta a avaliação de criticidade da ocorrência, apenas prioriza as intervenções de maior simplicidade, ao passo que as mais complexas, via de regra, deverão ser fruto de estudos e projetos detalhados, de forma a minimizar seu custo e prover, sempre que possível, uma solução definitiva.

#### g) Pluviometria

Apesar da incidência de chuvas ser o fator preponderante na instabilização de taludes, na presente análise foi atribuído um fator de ponderação unitário à pluviometria, devido à uniformidade de distribuição de chuvas no trecho em análise. Poder-se-ia discutir que eventos mais raros de altas concentrações pluviométricas,

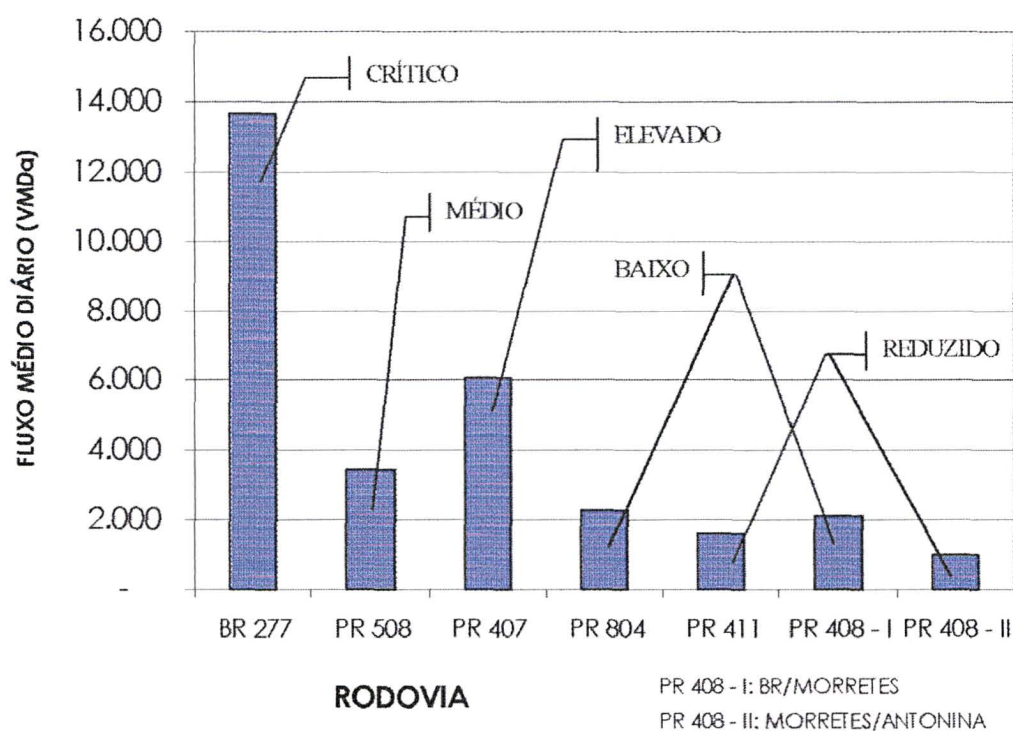
induziriam movimentos de massa, escorregamentos, erosões, solapamentos, bloqueios de drenagem e etc. de grandes consequências

#### h) Intensidade de Fluxo de Veículos

Esse condicionante reflete conjuntamente, o nível de transtorno para a concessionária e usuários, como o risco de perdas de vidas humanas, caso venha a ocorrer o acidente geotécnico, tendo fator de ponderação análogo ao menor dos dois riscos.

Nesse caso, a nota atribuída ao condicionante, foi tanto mais elevada quanto maior o tráfego registrado no trecho, o qual é representado no gráfico 5 para cada trecho da concessão em análise:

GRÁFICO 5 - FLUXO DE VEÍCULOS



\* Considera toda rodovia PR408

FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

#### 4.2.7.1.6 Determinação do Parâmetro de Decisão

O parâmetro de decisão utilizado pela concessionária ECO VIA consiste, para cada local cadastrado, no somatório do produto das notas dadas aos condicionantes de risco pelo respectivo fator de ponderação, assumindo um valor mínimo de 15 e máximo de 135.

Tal valor representa numericamente níveis de risco ponderados, análogos aos considerados para avaliação dos condicionantes de risco.

Assim sendo, foram interpretados dentro de faixas de variação representativas dos níveis de risco, conforme apresentadas na tabela 11:

**TABELA 11 - FAIXAS DE PARÂMETROS DE DECISÃO**

<b><i>FAIXAS DE PARAMETROS DE DECISÃO</i></b>	<b><i>NÍVEL DE RISCO</i></b>
> 120	Crítico
100 à 120	Alto
70 à 100	Médio
50 à 70	Baixo
< 50	Reduzido

FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado

As notas atribuídas aos condicionantes de risco, individualmente para cada local cadastrado, são discriminadas nas planilhas apresentadas ao final desse item.

Os resultados da hierarquização são resumidos na tabela 12, onde são apresentados, em conjunto e individualmente para cada rodovia, os números de ocorrências em cada categoria de criticidade.

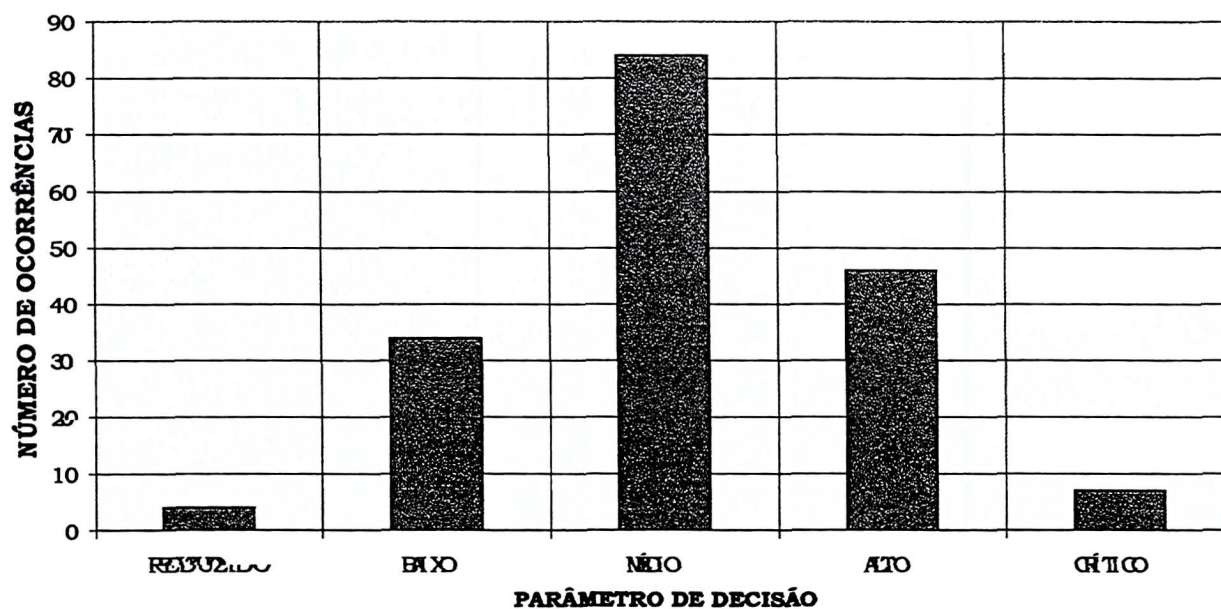
TABELA 12 - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS

NÚMERO DE OCORRÊNCIAS							
	BR-277	PR-508	PR-407	PR-408	PR-411	PR-410	TOTAL
CRÍTICO	7	0	0	0	0	0	7
ALTO	41	5	0	0	0	0	46
MÉDIO	62	10	0	9	2	1	84
BAIXO	22	2	1	6	2	1	34
REDUZIDO	4	0	0	0	0	0	4

FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado.

Nos gráficos 6 e 7, os resultados são apresentados de diferentes formas, para permitir uma melhor visualização comparativa e espacial da Hierarquização.

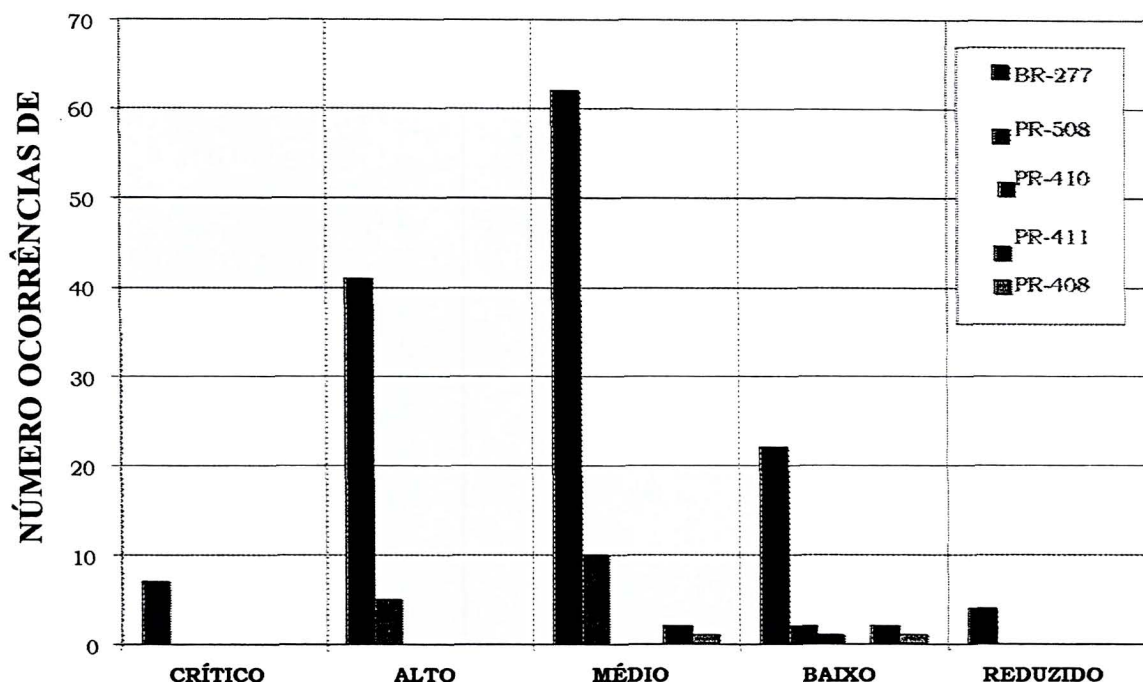
GRAFICO 6 - DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIAS POR NÍVEL DE RISCO CONSOLIDADA



FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado



**GRÁFICO-7 DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE PELAS RODOVIAS INTEGRANTES DA CONCESSIONÁRIA ECO VIA**



FONTE: Concessionária ECO VIA Caminhos do Mar S/A, 2000 – Trabalho não publicado.

O gráfico, mostra tendência para um maior número de eventos de alta criticidade, que ocorrem na BR – 277, enquanto que os de menor, correspondem as rodovias menos importantes e aos segmentos da planície litorânea. Adicionalmente, entre as estaduais, a de maior criticidade é a PR-508 (média e alta), seguida pela PR-408 (média e baixa).

#### 4.2.7.1.7 Determinação de Correlações para Previsão de Deslizamentos

Uma das principais tendências da Geotécnica nos últimos tempos, é a tentativa de determinação de correlações que possam ser utilizadas na previsão de deslizamentos, através da Monitoração Geotécnica de encostas a médio e longo prazo. No caso específico da ECOVIA, a constante atualização e análise dos dados do Cadastro Geológico – Geotécnico, poderá revelar indicações dos taludes mais sujeitos a

movimentação, e de quando estas movimentações são esperadas, particularmente no que diz respeito à pluviometria.

Na literatura técnica, há trabalhos relacionando a intensidade das chuvas, sua duração e a ocorrência de deslizamentos. No caso dos acidentes catastróficos ocorridos em 1988 na cidade de Petrópolis, por exemplo, sabe-se que estes ocorreram em decorrência de chuvas de grande intensidade, após quatro dias de precipitação contínua, indicando que intensidade e duração não devem ser correlacionadas isoladamente com os deslizamentos. Diversos estudos têm sido publicados, incluindo correlações entre intensidade e duração de chuvas e número de deslizamentos ocorridos.

Fatores tais como unidades geológico-geotécnicas, geometria dos taludes e presença e elevação do nível piezométrico, também podem ser correlacionados com a incidência de escorregamentos e com a pluviosidade.

Entretanto, muitos destes trabalhos se referem a escorregamentos em áreas urbanas, especialmente em locais habitados por populações de baixa renda, onde casas são construídas precariamente em cortes e aterros executados sem qualquer conhecimento técnico. Este já não é o caso das rodovias em questão, onde a grande maioria dos cortes é dotada de drenagem superficial, já existem diversas obras de contenção e a maioria das ocorrências é fruto, na maior parte dos casos, da falta de Conservação dos dispositivos de proteção ou de causas geológicas mais complexas.

Conseqüentemente, o desenvolvimento de um conhecimento específico do assunto para a rodovia que corta a área em estudo, irá fornecer resultados mais bem "calibrados", levando em conta as diferenças de tipo de obra, clima e geologia locais e demais condicionantes e permitindo um trabalho bastante consistente de prevenção de acidentes geotécnicos graves, minimizando os conseqüentes danos ao corpo da rodovia, aos seus usuários e prejuízos financeiros.

#### 4.2.8 Aspectos do Uso da Terra na Bacia do Rio Nhundiaquara

Ao observarmos a Carta de Uso da Terra e a Carta Imagem, percebe-se que a maior parte da área possui cobertura vegetal, relativamente preservada

A ocorrência de solos muito argilosos ou “pesados”, com freqüente possibilidade de encharcamento, baixa fertilidade natural e risco de erosão nas encostas dos morros e serras, dificulta o preparo do solo e elimina a possibilidade de cultivo de uma série de espécies. A elevada pluviosidade ocorrente na região, além de tornar mais críticos os problemas de ocorrência de pragas, doenças e competição com ervas infestantes, acentua os riscos de erosão e de perda da produção, por excesso de chuva no período das colheitas.

Além disso, a bacia apresenta grande parte do seu território, com topografia imprópria para agricultura mecanizada solos álicos e de baixa fertilidade natural, o que diminui as possibilidades de uso intensivo agrícola.

No piemonte e na planície litorânea dos municípios de Morretes e Antonina, a agricultura é bastante diversificada e tem razoável participação no mercado regional de produtos olerícolas. A proximidade desses municípios em relação à capital do Estado e a localização estratégica às margens da BR 277, no caminho das praias, tem induzido o desenvolvimento do comércio de produtos alimentícios, in natura ou industrializados.

A maior parte da área da bacia, apresenta entretanto, solos com restrições à agricultura mecanizada, em função de suas características geomorfológicas e edafológicas. Daí, ser região marginal aos ciclos econômicos, que fizeram a história do Paraná, principalmente por restrições mesológicas ao cultivo economicamente viável de grãos. Assim, o litoral tem se apresentado como a última fronteira de ocupação agrícola, o que explica os ainda remanescentes do bioma<sup>1</sup>, Floresta Atlântica da região.

---

<sup>14</sup>Bioma é um grande biossistema regional ou subcontinental, , caracterizado por um tipo principal de vegetação ou outro aspecto identificador da paisagem (ODUM 1988).

Para MARCHIORO (1999), esse grau relativo de conservação de recursos naturais, contrasta com os baixos níveis de qualidade de vida de parcela significativa da população rural, o que podemos perceber nos loteamentos Sesmaria e Sapitanduva, com ocorrência de vários conflitos, no que diz respeito às normas que regulamentam o uso do solo na região. Para o autor, esses conflitos tiveram origem, em um primeiro momento, no processo de concentração fundiária, na década de 60 ocasionados por Programas como o Fundo de Investimentos Setorial – Fiset, e posteriormente nas interdições de uso das áreas agrícolas, em função dos diversos dispositivos legais de proteção e conservação dos recursos naturais.

Os elementos de diagnósticos apontados pelo Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente e Desenvolvimento- NIMAD, (1998), evidenciaram uma série de fatores de mudança, que têm agido sobre o Litoral do Paraná, a partir da segunda metade do século XX.

MARCHIORO (op.cit.). reforça ainda, que esse contexto de transição tem originado situações inéditas sob diversos aspectos. Dinâmicas de mercado têm provocado oscilações no preço dos principais produtos da região. Políticas públicas ora restringem o uso do solo em áreas críticas sob o aspecto ambiental, ora incentivam a expansão da agricultura e pecuária sem critérios técnicos definidos. Fluxos migratórios, ora trazem grupos de agricultores de outras regiões, ávidos em produzir mercadorias, visando exclusivamente o mercado, ora evidenciam o êxodo rural na direção das cidades, na busca de condições mínimas de sobrevivência .

Estas dinâmicas se expressam de forma marcante, através das mudanças técnicas ocorridas na agricultura local, que indicam transformações mais profundas do que a simples substituição de alguns sistemas técnicos, de cultivo ou criação. Elas alteram o perfil social, econômico e ambiental da região, com consequências ainda não estudadas ou pouco compreendidas por técnicos, administradores e políticos envolvidos com o litoral.



Esse processo tem sido mais evidenciado na área de estudo, nos Municípios de Morretes e Antonina. Pontos de passagem da estrada férrea e das rodovias que ligam o litoral aos planaltos, essa região é representativa das alterações profundas pelas quais passa a região.

Durante os trabalhos de campo foi possível verificar que várias propriedades, antes destinadas à agricultura, passaram a ser unidades voltadas para o lazer e ao turismo. Estas propriedades possuem localização favorável, com vistas panorâmicas e próximas a rios de fácil acesso.

MARCHIORO (1999), define para o município de Morretes, classes de agricultores da seguinte forma:

Agricultores de subsistência assalariados, que se encontram em sua maioria nas montanhas, onde o recurso natural é restritivo à agricultura mecanizada. A força de trabalho é familiar não ocorrendo contratação de mão de obra de terceiros. O sistema de produção praticado é banana mais mandioca, para subsistência.

Os agricultores tradicionais são bastante semelhantes à categoria dos agricultores de subsistência assalariados, utilizam quase que exclusivamente a força de trabalho familiar. O sistema de produção predominante também é banana mais mandioca para o mercado.

Os agricultores tecnificados, situam-se nas planícies, onde o recurso natural é mais favorável à prática da agricultura mecanizada. Os sistemas de produção predominante são olericultura mais gengibre, destinados ao mercado.

Os empresários rurais, na sua maioria originários de outras regiões do estado do Paraná, têm suas propriedades nas planícies em solos de melhor qualidade normalmente próximas aos rios, em função da bubalinicultura. Não moram nas propriedades, e dedicam-se também a outras atividades econômicas, tendo a produção agrícola como atividade secundária. Seguem o padrão do modelo de exploração agrícola empresarial com a produção voltada totalmente para o mercado. O sistema de produção predominante é a pecuária para o mercado, com algumas ocorrências de olericultura, também para o mercado.

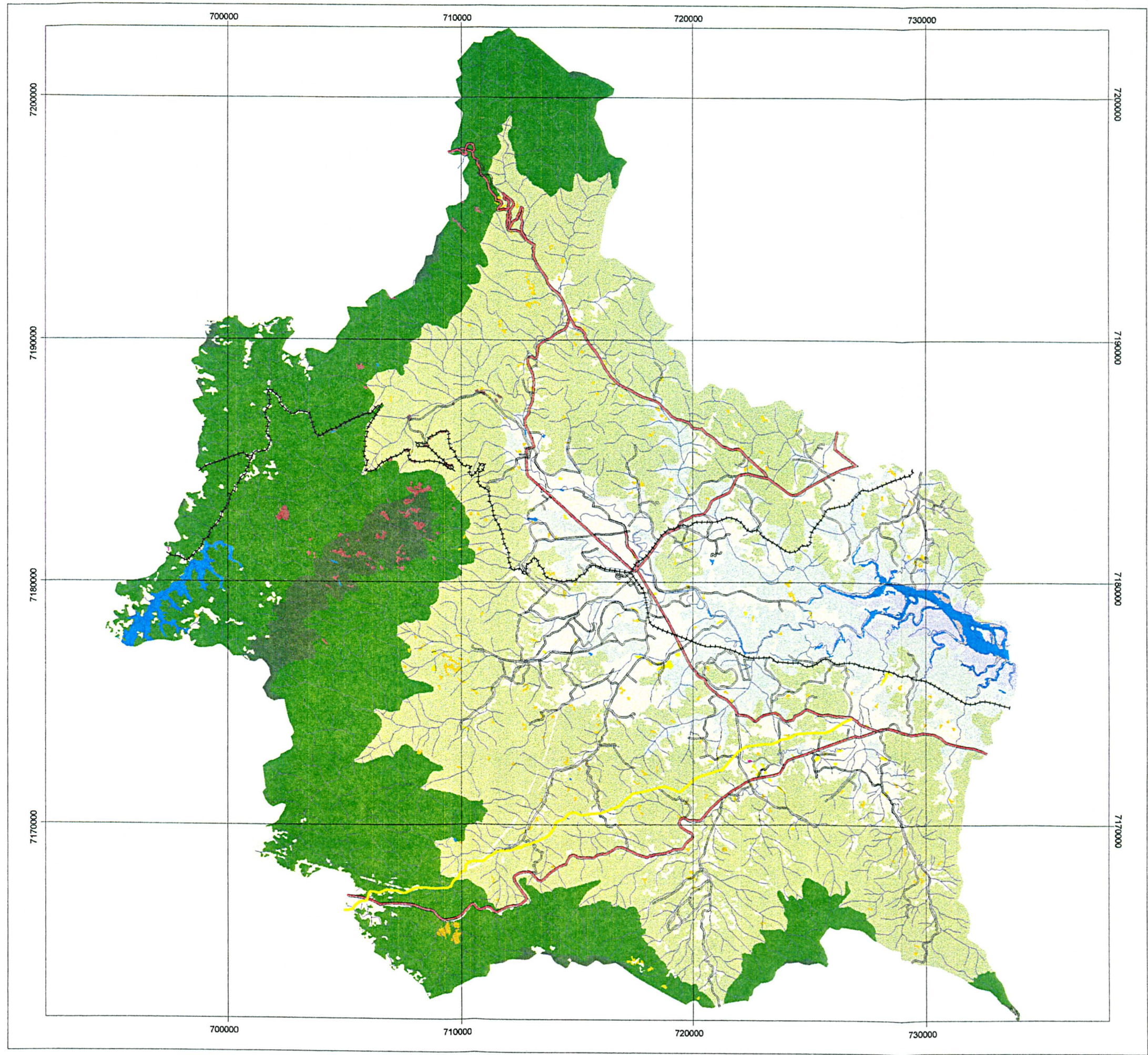
Os agricultores alternativos, moram na sua maioria nas explorações situadas nas montanhas, embora também, de ocorrência nas planícies, os sistemas de produção são típicos do modelo mercantil autônomos, que buscam maior independência em relação aos fatores econômicos externos à propriedade. A maioria desse tipo de agricultores, têm outras rendas fora do setor agrícola e o apego a terra é pequeno, caracterizando fracas lógicas familiares. O sistema de produção predominante, é a fruticultura direcionada ao mercado. A busca de opções alternativas, é a banana e a mandioca.

Os chacareiros fogem bastante dos padrões das categorias anteriores. Normalmente moram no meio urbano, Curitiba e Paranaguá. Compraram recentemente suas áreas em Morretes, com o objetivo de construir residências secundárias de final de semana. As propriedades não apresentam atividades produtivas. Preocupam-se prioritariamente com a valorização da paisagem e com a melhoria do padrão de habitação. Essa categoria vem crescendo em número, substituindo os agricultores de subsistência assalariados e tradicionais. Estes últimos, têm deixado a atividade agrícola, e se assalariado definitivamente em outras propriedades como caseiros, ou migrado para a cidade.

Para MANTOVANI (1998), os consideráveis efeitos do impacto da substituição das propriedades agrícolas em unidades voltadas para o lazer e o turismo, desmontam os sistemas de produção agrossilvopastoris preexistentes. As transformações decorrentes na paisagem, podem ser detectadas em diversos setores, sobretudo nos de acesso mais facilitado. Este processo pode ser evidenciado também de forma marcante no Uso da Terra da bacia em estudo.

O uso da terra, pode ser observado na Carta de uso da Terra da Bacia do Rio Nhundiaquara, figura 29.





CARTA DE USO DA TERRA  
BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

Figura 29

LEGENDA

- Ferrovia
- Estradas Secundárias
- Rodovias
- Oleoduto
- Rios

CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

FLORESTA OMBRÓFILA	ÁREA	%
ALTOMONTANA	1722 ha	2,42%
MONTANA	21335 ha	30,01%
DENSA SUBMONTANA	28914 ha	40,67%
DENSA DAS TERRAS BAIXAS	6755 ha	9,50%
ÁREAS ARTIFICIALIZADAS		
REFLORESTAMENTOS	46 ha	0,06%
AGROPECUÁRIA	10121 ha	14,24%
CANAVIAIS	81 ha	0,11%
BANANAIS	371 ha	0,52%
MINERAÇÃO	4 ha	0,01%
ÁREA URBANA	38 ha	0,05%
OUTROS		
AFLORAMENTO ROCHOSO	189 ha	0,27%
BAIXIOS	48 ha	0,07%
MANGUESAIS	714 ha	1,00%
VÁRZEAS	22 ha	0,03%
REPRESAS / LAGOS / BAIAS	783 ha	1,10%
TOTAL	71098 ha	100,00%



1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.  
Produto obtido através da classificação supervisionada da imagem  
de satélite LandSat 7 ETM+ de 26/09/1999, em diferentes composições.

Fonte:Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
Elaboração:Maria Cristina Borges da Silva



## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Considerando a necessidade de mapear a área em estudo, embasando assim o diagnóstico da fragilidade do meio físico, optou-se por trabalhar com informações digitais georeferenciadas e dados multitemáticos.

Foram analisadas variáveis que vieram a compor o diagnóstico da fragilidade e riscos ambientais da Bacia do Rio Nhundiaquara. A sequência proposta por LIBAULT (1971), permite considerar todas as informações que foram tratadas, de cada nível descrito, tais como o levantamento e interpretação de dados, bem como a normatização dos produtos da pesquisa gerada.

A variável relevo, na sequência do trabalho, foi desenvolvida considerando a proposta de conceitos de morfoestrutura definidas por MESCERJAKOV,(1968). Este autor descreve que a problemática teórica das ciências que estudam a terra e está centrada na necessidade de se elaborar uma classificação de fenômenos estudados, baseados nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Segundo o autor, a formação do relevo é o resultado da ação das forças endógenas e exógenas que atuam de forma diferente na superfície terrestre. A ação endógena forma elementos morfoestruturais que designam os elementos mais importantes ou melhor de primeira ordem na classificação do relevo, condicionados por forças tectônicas. A ação exógena está ligada a morfoescultura do relevo, identificada pelo autor como uma ordem inferior ou secundária na classificação do relevo.

A ênfase dada ao relevo como componente da paisagem justifica-se por sua condição intrínseca de variável ambiental das forças que interagem na interface atmosfera-litosfera, e que são fundamentais na compreensão do ambiente como um todo. Esta variável foi compilada através dos mapas de declividade (clínográfico), hipsométrico e análise morfológica, através do mapa (recorte) de Unidades Naturais Ambientais que consta do plano do Macrozoneamento do Litoral do Paraná, IPARDES, (1989), pois são



fortes indicadores das diferenças fisionômicas da paisagem e portanto indicadores das diferentes Unidades ou Sistemas Ambientais.

A proposta formulada por ROSS (1992), de classificação do relevo, é baseada na seqüência de unidades taxonômicas, e partiu dos princípios teóricos da proposta apresentada por DEMEK,(1967) e MESCERJAKOV,(1968), embora apresente maior detalhamento e ajuste na cartografiação. Desta forma ROSS define os seguintes níveis:

1º táxon – identifica a morfoestrutura da área, com base nos mapeamentos geológicos existentes e nos documentos como imagens e fotografias interpretadas;

2º táxon – identifica as morfoesculturas geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico e que passam a caracterizar depressões, planaltos e planícies, definindo macro formas de relevo;

3º táxon – corresponde ao agrupamento dos tipos semelhantes de formas de relevo, identificando assim os padrões de tipos de relevo em função da rugosidade topográfica, índice de dissecação, forma dos topos vertentes e vales;

4º táxon – identifica com maior detalhe cada forma, seja de agradação ou denudação e que apresentam semelhanças entre si, tanto morfológicas, quanto morfométricas como cronológica;

5º táxon – identifica em cada padrão de formas individualizadas do relevo, os tipos de vertentes;

6º táxon – identifica as formas geradas por processos atuais de origem natural ou antrópica como as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, assoreamentos, correlacionados às vertentes.

Em face da complexidade morfológica que a área apresenta, optou-se pela representação geomorfométrica através da carta clinográfica (declividade), como sugere DEMEK,(1967):

*“As superfícies geneticamente homogêneas podem ser divididas em grupos de acordo com suas inclinações, origem e idade. As superfícies geneticamente homogêneas são classificadas em detalhe de acordo com suas inclinações, nos mapas morfométricos.”*

Diante disto, optou-se pela valorização das classes de declividade como elemento mais significativo para representar as grandes variações na morfologia do terreno, e facilitar o processo de integração de dados.

A análise do diagnóstico da fragilidade desta bacia, foi feita de forma integrada, buscando conhecer cada componente da natureza e suas inter-relações. Como esclarece ROSS,(1990), não se pode entender a dinâmica e a gênese das formas além do relevo sem que se conheçam os fatores bioclimáticos, pedológicos, geológicos e o uso da terra, que interferem no dinamismo e portanto na evolução da paisagem como um todo.

Para tanto, a análise integrada do meio físico-biótico, dentro da ótica da teoria sistêmica, facilita identificar quais as conseqüências diretas e indiretas, desencadeadas pelas artificializações que afetam um ou outro elemento do ambiente natural. Esta concepção foi aplicada no desenvolvimento do diagnóstico da fragilidade ambiental da Bacia do Rio Nhundiaquara, através da identificação e tratamento integrado dos parâmetros do meio físico, biótico e sócio econômico, analisando suas inter-relações e buscando alcançar alguns produtos síntese-analíticos, que retratem dentro destas perspectivas a situação da área de estudo.

Para a identificação da fragilidade dos ambientes naturais da Bacia do Rio Nhundiaquara, fez-se uso dos procedimentos descritos por ROSS (1994), detalhado no capítulo seguinte.

## 5.2 MAPEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA

### 5.2.1 Métodos utilizados para o mapeamento

#### a) Criação da Base Cartográfica

A presente proposta enfatiza a geração de um mapeamento ambiental da Bacia do Rio Nhundiaquara na escala 1:100.000. Para isto, foram utilizadas para servir como suporte à base de dados, cartas topográficas produzidas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e pela Diretoria do Serviço Geográfico - DSG, na escala

1:50.000 e Cartas Geológicas Comissão da Carta Geológica do Paraná – Universidade Federal do Paraná – Comissão de Desenvolvimento Planejamento Econômico do Paraná – Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas – Departamento de Geografia, Terras e Colonização – Departamento de Estradas de Rodagem – Companhia Paranaense de Eletricidade e Conselho Nacional de Pesquisas – 1967/69 - Escala 1:70.000/ 1:75.00, listadas abaixo:

<i>Folha topográfica</i>	<i>Identificação – MI</i>
São José dos Pinhais	2857-2
Morretes	2843-3
Piraquara	2842-4
Paranaguá	2858-2
Antonina	2843-4
Mundo Novo	2858-1

Folhas Geológicas	Identificação -
Morretes	XXV-5
Serra da Igreja	XXV-9
Antonina	XXV-6
Paranaguá	XXV-10

A criação da base cartográfica envolveu duas etapas: a aquisição de dados e a digitalização das feições de interesse.

#### b) Área de estudo

A Bacia do Rio Nhundiaquara. Está entre as coordenadas abaixo descritas:

Canto Superior Esquerdo: X=696000m, Y=7202000m

Canto Inferior Direito: X=734000m, Y=7162000m

O mapeamento desenvolvido utilizou os seguintes parâmetros cartográficos: datum SAD69, elipsóide de referência 1967, fuso 22 - meridiano central 51° W de Greenwich

c) Aquisição de dados

A aquisição de dados envolveu o trabalho de conversão dos mapas topográficos e geológicos do formato analógico (papel), para o formato de arquivo digital. Para digitalização das cartas, tanto topográficas como geológicas, foi utilizado um scanner cilíndrico de boa resolução, pelo processo de scannerização.

A resolução utilizada para a digitalização foi de 400 dpi, porque garantiu uma resolução geométrica de 3,175m, suficientes para o mapeamento na escala 1:50.000. Também foi utilizado o modo colorido, gerando uma imagem de 256 cores, para facilitar no processo de interpretação das feições relativas à criação da base cartográfica, distinguindo-se facilmente elementos de relevo, hidrografia, vegetação, geologia e uso do solo.

d) Georeferenciamento das cartas topográficas e geológicas

Os arquivos resultantes no formato TIF tiveram de sofrer uma correção geométrica, pois o sistema de leitura de pixels pesquisado na imagem é o sistema atribuído pelo scanner, o qual não permite a mensuração e quantificação de grandezas como distâncias e áreas. Para isto, procedeu-se o georeferenciamento ou registro das cartas. As bases cartográficas, assim que estiverem no formato de arquivo digital, puderam ser trabalhadas de dois modos: raster e vetor.

Os dados raster são imagens, em que os fenômenos são representados por uma distribuição matricial. Cada unidade desta distribuição é denominada de pixel (abreviatura de picture element). Cada pixel possui os seguintes atributos:

- Informação de posição: dada pelo número da coluna e da linha na matriz;
- Informação de tamanho do pixel, ou seja, o seu tamanho, geralmente expresso em metros;



- Informação qualitativa sobre o seu significado, dado pelo número digital (ND), que indica uma propriedade de cor.

Os dados vetoriais (ou vetor) são compostos por entidades gráficas como pontos, linhas e áreas. São amplamente utilizadas em sistemas CAD e possuem como principal propriedade cada vértice componente de um ponto, linha ou polígono a ser atribuído a um sistema de coordenadas X,Y, como um sistema UTM (N,E) ou latitude e longitude.

#### e) Procedimentos para o georeferenciamento

O georeferenciamento foi executado no software MicroStation Descartes, módulo do sistema CAD MicroStation para trabalhos de imageamento, gerando bases de dados cartográficos híbridos (raster/vetor), de grande facilidade de aprendizagem e possibilidade de compartilhamento de arquivos de outros formatos.

O Georreferenciamento é transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas de um sistema de projeção cartográfico de um mapa. Essa transformação minimiza distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (satélite).

Para a realização do georreferenciamento, são necessários pares de pontos de controle, para que seja possível identificar feições de modo preciso no mapa e na imagem, como por exemplo o cruzamento de rios e estradas.

Portanto a condição para aplicar a transformação, é a existência de um mapa planialtimétrico confiável em uma escala adequada na área em questão, visto que os pontos de controle terão de ser precisamente identificáveis em ambos, imagem e mapa.

Será explicado aqui o procedimento para o georreferenciamento utilizado no módulo *Descartes*, seguindo as etapas abaixo descritas;

- Dividir a interface de trabalho em dois ambientes: Um para os dados tidos como corretos (geometricamente confiáveis), no caso um gride de coordenadas UTM; e outro tido como incorreto, contendo a imagem no formato HMR;

- Acessar a cena em formato TIF e convertê-la para o formato nativo HMR;
- No ambiente ou janela dos dados corretos, desenhou-se uma malha de coordenadas UTM semelhante à imagem para captura de pontos de controle, utilizando-se ferramentas CAD para desenho de linhas (ferramenta Place SmartLine);
- No ambiente ou janela dos dados incorretos foi carregado o arquivo HMR. Sendo aberto pela primeira vez, a imagem foi carregada interativamente, arbitrando-se sua origem e escala os quais foram corrigidas após o georreferenciamento;
- acessar os vetores planimétricos com coordenadas UTM, provenientes da vetorização da base cartográfica do mapeamento sistemático em formato DGN;
- Utilizando a ferramenta Register, foram coletados pontos comuns nos vetores e na imagem, sendo consideradas as coordenadas dos vetores as corretas e as coordenadas da imagem (linhas e colunas) incorretos para serem ajustados às coordenadas dos vetores.
- Para maior precisão na coleta de pontos de controle, utilizou-se elementos como cruzamento de meridianos e paralelos, numa média de 12 pontos por carta.
- Seleção dos pontos para o georreferenciamento: após adquirir os pontos, realizou-se uma análise dos pontos que realmente farão parte da equação de mapeamento, após a coleta do 4º ponto de controle, é possível verificar o RMS e o desvio padrão para a reamostragem, além de visualizar os dados vetoriais sob a imagem, para avaliação dos deslocamentos entre os pontos. Quando algum dos pontos apresenta erro maior que o permitido para o PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica), que no caso da escala 1:50000, é de 25m, repetiu-se a operação de seleção de pontos de controle até alcançar um resultado satisfatório, testando-se novos pontos, corrigindo a posição dos pontos já coletados e deletando os pontos com erro acima do permitido.
- No caso do Descartes, a unidade do RMS é a unidade de píxel, portanto para convertê-lo em m (metros), é necessário multiplicá-lo pelo valor da resolução espacial da cena, ou seja para LANDSAT 7, 30m para cada pixel;

- Para a reamostragem é utilizado o comando Resample (reamostrar) na caixa de ferramentas Register. Para tanto, deverão ser informados o arquivo contendo os pontos de controle, o tamanho do píxel e o nome do novo arquivo a ser reamostrado.
- Após a determinação dos pontos de controle, obtém-se uma função que verifica as coordenadas do mapa na imagem. Esta função é um polinômio de transformação, geralmente de 1º ou de 2º grau.
- Segundo o manual do software SPRING, (2001), o número de pontos de controle (PC) mínimo para a determinação de um polinômio de grau n é dado pela seguinte regra:

$$N^{\circ} \text{ de PC's} = (n^2 + 3n + 2) / 2 \text{ onde } n = \text{grau do polinômio}$$

- Seguindo-se a transformação geométrica, atribuem-se os números digitais (ND) ou níveis de cinza da imagem georreferenciada pelo processo de reamostragem por interpolação. A reamostragem é necessária, devido às coordenadas da imagem processada (linha e coluna) não coincidirem com aquelas da imagem original.
- Definiu-se como algoritmo de reamostragem, o de convolução cúbica que utiliza uma matriz de 4 X 4 pixels, sendo atribuído a cada píxel um valor para o número digital resultante da média ponderada. A convolução cúbica produz um resultado melhor do que os outros algoritmos, porém necessitando maior tempo de processamento.

Este procedimento foi repetido para cada uma das cartas topográficas e geológicas. Após este processo foram gerados os mosaicos, que consistiram em duas únicas imagens (arquivos), reunindo todas as cartas georeferenciadas.

#### f) Erro Médio Quadrático

Quando se deseja interpretar ou digitalizar uma imagem de satélite é preciso retirar dados quantificados de forma real, isto é, valores corretos de áreas e distâncias sobre a imagem, é necessário o registro ou georreferenciamento. Para isto, é importante

determinar pontos de controle sobre a imagem, de modo que os mesmos sejam possíveis de se determinar em um mapa ou em outra imagem de satélite pré-registrada.

Após o registro da imagem, foi feita a análise do RMS – *Root Mean Square* ou erro médio quadrático. O erro médio quadrático é utilizado para quantificar o erro operacional produzido num processo de georreferenciamento. São informados três valores para o RMS: o RMS para o eixo das abscissas (x), o RMS para o eixo das ordenadas (y) e o RMS total, calculado para a diagonal formada pela abscissa e ordenada. É importante frisar que a interpretação dos RMS para os eixos x e y deve-se à identificação de um possível deslocamento tendendo maior para um ou outro eixo.

O RMS permitido pode ser calculado com base em três diferentes perspectivas: a escala do mapa, a probabilidade de erro de um objetivo a ser alcançado e o produto final esperado.

A USNMAS (United States National Map Accuracy – Padrão de Acurácia em Mapas Nacionais dos Estados Unidos) determinou que os mapas não deveriam ter mais do que 10% dos pontos testados, ou de verificação, com erros maiores que 1/30 polegada em torno dos pontos de verificação para mapas com escalas 1:20000 ou menores. Para mapas com escalas maiores que 1:20000, não deverão ter mais que 10% dos pontos testados ou verificados com erros maiores que 1/50 polegada em torno do ponto verdadeiro. No entanto, em função das técnicas de coleta de dados e de novos equipamentos eletrônicos, para escalas menores que 1:20000, é possível assumir erros na faixa de 1/60 polegada em torno dos pontos de verificação ou testados.

O RMS permitido requer que 90% dos erros acidentais não sejam maiores que 1,64% do RMS calculado, ou o mesmo que 1,64 desvios-padrões, para uma distribuição normal dos erros (de acordo com o formato da curva do gráfico de distribuição normal).

Por exemplo, para um mapa com escala 1:20000, o erro aceitável ou RMS permitido será o erro aceitável multiplicado pela conversão da escala, multiplicado pela conversão da unidade, dividido por 1.64, ou seja:



$$\text{RMS} = \frac{1/50 * 20000 * 0.0254 \text{ m/pol}}{1.64} = 6,195 \text{ m}$$

Para um mapa com escala 1:25000, o RMS permitido será:

$$\text{RMS} = \frac{1/60 * 25000 * 0.0254 \text{ m/pol}}{1.64} = 6,453 \text{ m}$$

Assim, para os eixos x e y, tem-se:

$$\text{RMS x} = \text{raiz} [\text{somatório} ( \text{RMS X1} - \text{RMS Xn})^2]$$

$$\text{RMS y} = \text{raiz} [\text{somatório} ( \text{RMS Y1} - \text{RMS Yn})^2]$$

$$\text{RMS total} = \text{raiz} [\text{RMSx}^2 + \text{RMSy}^2] \quad \text{RMS} - \text{Root Mean Square}$$

Ao final do processo de georeferenciamento, é gerada uma nova imagem reamostrada de 8 bits (256 cores), com tamanho de pixel correspondente a 3,175m. as imagens estão agora num sistema de coordenadas UTM, fuso 22 (hemisfério Sul), próximas ao meridiano 51° W de Greenwich.

#### g) Digitalização das feições de interesse

Com a base digital constituída por imagens georeferenciadas, foi possível a operação denominada vetorização, isto é, a composição de mapas através de entidades vetoriais como linhas e áreas.

Para o mapeamento ambiental da Bacia do Rio Nhundiaquara, as seguintes feições foram digitalizadas e constam no quadro 2:

QUADRO 2 - FEIÇÕES DIGITALIZADAS

Tema	Tipo de representação	Feições de interesse
Gríde de coordenadas	Linear e texto	Linhas para meridianos e paralelos, textos informativos das coordenadas
Geologia	Polígonos e texto	Falhas, diques e rios como linhas, lagos e feições geológicas como polígonos.
Curvas de nível	Linear, espacial	Linhas com atribuição de cota de altitude (z)
Hidrografia	Linear e areal	Rios como linhas, lagos como polígonos
Estradas, linha férrea, dutos linhas de transmissão	Linear	Linhas contínuas
Pontos cotados, topos	Pontual, texto	Pontos que identificam a altitude de um lugar

## h) Declividade

A declividade foi obtida diretamente no software SPRING, versão 3.4, INPE, 1999. Para a sua geração é necessário um arquivo vetorial contendo as curvas de nível cotadas (valor de altitude - z), num formato DXF e conhecer as classes de declividade a serem geradas.

Para este trabalho, foi utilizado o padrão da EMBRAPA, (1988) que define as classes de declividade, que foram listadas quadro 3:

QUADRO 3 – CLASSES DE DECLIVIDADE

Classes de declividade		
Denominação	Intervalo de cotas	Grau de limitação <sup>1</sup> a agricultura
Plano	0 - 3 %	Nulo
Suave Ondulado	3 - 8 %	Ligeiro
Ondulado	8 - 20 %	Moderado
Forte Ondulado	20 - 45 %	Forte
Montanhoso	45 - 75 %	Muito Forte
Escarpado	> 75 %	Muito Forte

A metodologia de geração da declividade segue três passos:

- - Importação / inserção das curvas de nível em um PI;

<sup>15</sup> Grau de limitação à agricultura, levando a susceptibilidade à erosão e o impedimento a mecanização (SUPLAN/MA/ 1981/MARCHIORO, 1999). Em função do clima e do solo ocorrentes no Litoral do Paraná, declividades superiores à 10% já apresentam condições de alto risco de erosão, quando cultivados de modo intensivo e com exposição do solo.

- - Geração da declividade;
- - Fatiamento;

As curvas de nível foram importadas para o PI curvas, o qual foi concebido como um PI tipo Amostra (PI tridimensional típico para representações de altimetria).

A geração da declividade propriamente dita requereu a utilização de algoritmos matemáticos interpoladores. Utilizou-se a triangulação de Delaunay para a geração do modelo TIN.

### 5.3 PROCEDIMENTOS DE GEOPROCESSAMENTO COM USO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE IMAGENS

- a) Foi selecionada a imagem digital do satélite – LANDSAT TM 7 de 26/09/99 cedida pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, e por apresentar boa resolução para identificar o uso da terra da bacia. Foi assinalada sua órbita – ponto e selecionadas três bandas que melhor representam o uso da terra. Neste caso, as bandas 3, 4 e 5, que foram trabalhadas no formato digital, sendo; 5 no canal vermelho, 4 no verde e 3 no azul (INPE, 1999);
- b) Foi realizado o registro da imagem onde recebe coordenadas geográficas e planas para localização espacial e posterior cruzamento de informações através dos SIG SPRING (INPE, 1999);
- c) Trabalhou-se imagem digital da área, melhorando sua visualização através do realce de cor e brilho, fazendo com que houvesse uma abertura maior no intervalo do histograma referente à resposta espectral da imagem, como sugere BARRET & CURTIS (1992);
- d) Foi recortada a imagem no equipamento, através da função de mascarar planos para que fossem visualizadas somente as áreas de interesses;

- e) Foi realizada a classificação automática através da função Máxima Verossimilhança – MAXVER, onde foram selecionadas áreas amostrais para diferentes usos da terra, sendo definidos então padrões de amostragem.
- f) Através da matriz de reamostragem foi possível verificar a confusão média existente entre cada classe eliminando algumas amostras e acrescentando outras, até alcançar uma margem de erros aceitável (mas não ideal de até 20% de confusão de cada classe). A confusão média entre as amostras e também a presença de áreas não identificadas na interpretação automática, levou-nos a fazer a interpretação visual da imagem de satélite em papel, assim como, em fotografias aéreas. Esta interpretação foi também acompanhada de controle de campo, buscando-se identificar a resposta oferecida pela imagem de satélite com a realidade de campo e também se utilizou a interpretação feita pela SEMA<sup>12</sup> para o litoral do Paraná .
- g) Posteriormente estas informações foram digitalizadas e transformadas em arquivo digital possibilitando o cruzamento deste tema com outros. Adotou-se como tamanho do pixel (menor elemento ou célula da matriz) os valores de 30 X 30m, por ser compatível com o tamanho do pixel usado nas imagens de satélite LANDSAT. Com o procedimento descrito obtivemos a Carta Imagem da Bacia do Rio Nhundiaquara. Figura 3.

As cartas geradas constam no quadro 4

---

<sup>16</sup> SEMA -Trabalho não publicado.



## 5.4 CARTAS TEMÁTICAS GERADAS

QUADRO 4 CARTAS TEMÁTICAS GERADAS

Carta Planialtimétrica	Gerada por digitalização na tela sobre o mosaico de cartas da área previamente georeferenciado com todas as informações dos elementos planimétricos e altimétricos pertinentes ao estudo da bacia incluindo recorte das unidades de conservação, cedido pela SEMA.
Carta Hidrográfica	Gerada através de digitalização da rede de drenagem compilada da carta topográfica do mosaico da bacia. Foram digitalizados todos os rios da bacia do rio Nhundiaquara que constavam na carta base e identificando o nome dos rios principais.
Carta Hipsométrica	Gerada a partir das curvas de nível, na função “fatiamento” do SPRING – INPE, 2001. Com uma grade sobre as curvas que através da interpolação o que possibilita a manipulação das curvas. Esta função gera um arquivo que trabalha como se agrupasse as linhas das curvas de nível dentro de um intervalo pré-estabelecido delimitando assim, as classes hipsométricas do mapa elaborando um fatiamento.
Carta Clinográfica (Declividade)	Gerado também a partir das curvas de nível seguindo o mesmo princípio do mapa hipsométrico. Através da função “gerar declividade” SPRING – INPE, 2001; com as classes já pré-estabelecidas.
0% – 3%	
3% – 8%	
8% – 20%	
20% – 45%	
45% – 75%	
>75%	



Carta Geológica	Gerado através das cartas geológicas escala 1:70.000 e 1:75000, da UFPR, de 1967-69, obtendo-se mosaico e digitalizado as feições geológicas.
Carta de Uso da Terra	Gerado através da imagem do satélite LANDSAT TM7, SPRING- INPE,2001, mencionado anteriormente.
Imagem de Exposição em 3D e Imagem em 3 D Classes de Altitudes	Gerado também a partir das curvas de nível, seguindo o mesmo princípio do mapa hipsométrico e declividade, através do SPRING – INPE,2001 – função “exposição” e visualização em 3D.
Carta de Unidades Ambientais Naturais (Geomorfologia)	Cedido pelo IPARDES,1989, por ocasião do Macrozoneamento do Litoral (recorte e ajuste e adaptação para a bacia do Rio Nhundiaquara).
Carta de Solos (EMBRAPA,1981)	Cedido pela SEMA – recorte de projeto com ajustes para a bacia do Nhudiaquara.
Carta de Fragilidade e Potencial do Meio Físico Declividade                      Classes de fragilidade 0% - 6%                              1 muito fraca 6% - 12%                            2 fraca 12% - 20%                          3 média 20% - 30%                          4 forte > 30%                                5 muito forte	Gerado através do cruzamento das cartas de solos a clinográfica Após definidas regras de cruzamentos para a carta resultante, as classes de declividade foram reestruturadas hierarquicamente segundo proposta desenvolvida por ROSS.



Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico	Gerado através do cruzamento da Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico com do Uso da Terra. Após definidas regras de cruzamento para a Carta de Uso da Terra, segundo proposta desenvolvida por ROSS, de acordo com o nível de proteção, pela cobertura vegetal.
Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos	Gerado através do cruzamento das Cartas geológica com a clinográfica. Seguindo o mesmo princípio das cartas anteriores, estabelecendo regras hierárquica em 4 classes pré - definidas. Vide Matriz de correlação para susceptibilidade á riscos Geológicos.
Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.	Gerado através do cruzamento dos mapas de Susceptibilidade Potencial e uso da Terra, estabelecendo o mesmo princípio dos graus de Proteção de Uso da Terra. Ver matriz de correlação para os graus de proteção de Uso da Terra, segundo ROSS.
Carta de Fragilidade para Uso do Solo.	Gerado através do cruzamento das Cartas Unidades Ambientais Naturais com o Uso do Solo. Seguindo o mesmo princípio das outras cartas, definindo 5 níveis para as UAN. Vide as matrizes de correlação.

## 5.5 FRAGILIDADE AMBIENTAL

Para BERTRAND,(1997), os elementos da natureza são transformados em recursos, em função da cultura e da tecnologia, dependendo da época da análise, podendo assim variar em importância real e relativa no tempo. Portanto qualquer tentativa de hierarquização, no sentido de se atribuir pesos diferenciados, as variáveis do meio físico podem incorrer em erros. Optou-se então pela equivalência entre os elementos do meio físico considerados neste estudo. A matriz mostrada na tabela 13 demonstra o cruzamento de um ilimitado número de temas mantendo a equivalência entre os mesmos, independente da ordem em que são realizados os cruzamentos.

TABELA 13- MATRIZ PARA O CRUZAMENTO DE MAPAS TEMÁTICOS PELA CLASSE MAIS ALTA

Classes de Fragilidade	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito Baixa	1	2	3	4	5
Baixa	2	2	3	4	5
Média	3	3	3	4	5
Alta	4	4	4	4	5
Muito Alta	5	5	5	5	5

FONTE:BERTRAND, 1997.

No conceito de fragilidade e risco ambiental, a fragilidade depende das diversas formas de uso a que se destina o meio natural. Portanto a necessidade de trabalhar os dados do meio físico e analisá-los em conjunto com as ações humanas. Para isso quando os dados são cruzados com temas do meio físico, são chamados de potencial, quando cruzados com o uso que se faz do meio físico são chamados de emergente.



### 5.5.1 As Cartas resultantes da integração de dados

Para cada cruzamento foi gerada uma matriz, e através destas matrizes foi então desenvolvido o arquivo de regras adotadas no cruzamento, definindo qual classe cruza com qual, e qual tema cruza com qual, adaptando a metodologia desenvolvida por ROSS,(1994), amplamente utilizada em diversos trabalhos.

Foram feitos os seguintes cruzamentos e obtidos os seguintes resultados:

#### 1º Integração de Dados (Cruzamento)

Relevo (declividade) e com tipos de solos, resultando a Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico.

#### 2º Integração de Dados

Com os dados da Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico, fez-se um novo cruzamento com os dados da Carta de Uso da Terra, que resultou na Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico.

#### 3º Integração de Dados

Geologia com a Declividade, resultando a Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos.

#### 4º Integração de Dados

Com os dados da Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos, fez-se um novo cruzamento com os dados da Carta de Uso do Solo, que resultou na Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.

#### 5º Integração de Dados

Com os dados da Carta de Unidades Ambientais Naturais (Geomorfologia) com o Uso do Solo, resultou a Carta de Fragilidade Emergente de Uso do Solo.

### 5.5.2 Matrizes de Correlações

Para criar as matrizes de correlações, para utilização na integração de dados (cruzamentos), seguiu-se o princípio estabelecido por ROSS, (op.cit.), para os graus de proteção do solo por tipo de cobertura vegetal, vide Tabela 14, onde o autor classifica os graus de proteção em cinco classes.

TABELA 14– GRAU DE PROTEÇÃO DO SOLO POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL

Graus de Proteção	Tipos de cobertura Vegetal
(1) Muito Alta	Florestas/Matas Naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
(2)Alta	Formações arbustivas com estrato arbóreo herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa) mata homogênea de pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio do gado, cultivo de ciclo longo.
(3)Média	Cultivo de ciclo curto em curvas de nível e/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre as ruas, pastagem com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas
(4)Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto, arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/(terraceamento).
(5)Muito baixa e Nula	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/ gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

FONTE: ROSS, Análise Empíricas dos Ambientes Naturais e Antropizados, 1994

### 5.5.3 As Cartas de Fragilidade Potencial Emergente do Meio Físico

Para a integração de dados agrupou-se o Uso da Terra, conforme a realidade encontrada na área de estudo, conforme consta tabela 15.

TABELA 15 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA USO DA TERRA

Grau de Proteção	Tipo de Cobertura
(1) Muito Alta	Alto Montana - Densa Montana -
(2) Alta	Densa das Terras Baixas – reflorestamento Baixo – Mangue – Afloramento
(3) Média	Agropecuária – Várzea
(4) Baixa	Canaviais – Bananais
(5) Muito Baixa e Nula	Mineração- Área Urbana

ROSS,(1994), define as seguintes classes de fragilidade por tipos de solos, conforme consta na tabela 16

TABELA 16 – CLASSES DE FRAGILIDADE POR TIPOS DE SOLOS

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1-Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-escuro e vermelho amarelo textura argilosa
2- Baixa	Latossolo Amarelo e vermelho –amarelo textura média /argilosa
3- Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura média argilosa
4- Alta	Podzólico Vermelho-amarelo textura média/ argilosa
5- Muito Alta	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias quartzosas

FONTE: ROSS, Análise Empírica dos Ambientes naturais e Antropizados, 1994.

#### 5.5.3.1 Matriz de Correlação para obtenção da Fragilidade Potencial Emergente do Meio Físico

Seguindo o mesmo princípio estabelecido por ROSS,1994, para a análise e cruzamento de dados estabeleceu-se a seguinte Matriz de correlação, para a obtenção da Fragilidade Potencial da área, que foram agrupadas, conforme consta na tabela 17, devido a fragilidade natural dos solos encontrados na área de estudo..

Foram estabelecidas regras, tanto para as classes de solos, quanto para as classes de declividade, segundo a proposta de ROSS,(1994). Estas regras identificaram



hierarquicamente 5 categorias distintas, tanto para as cartas a serem cruzadas como as resultantes, sendo a primeira categoria considerada como área de fragilidade muito baixa, a segunda baixa, a terceira média, a quarta alta e a quinta muito alta.

Os solos de mangue foram considerados de baixa fragilidade, pois não há uso para esta categoria na área de estudo.

**TABELA 17 -MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA 1ºCRUZAMENTO FRAGILIDADE POTENCIAL RELEVO (DECLIVIDADE)X SOLOS (TIPOS)**

Solos Declividade	(1) Muito Baixa Solos – SM	(2) Baixa Cd2 PVA25	(3) Média LVA4 PVA3	(4) Alta Ca 9 Ca 6 PVA 10	(5) Muito Alta Ca 15 HG2 HG3 Ca 31 Ca 1 AR2 Ca11
(1) Muito Fraca 0 a 6%	11	12	13	14	15
(2) Fraca 6 a 12%	21	22	23	24	25
(3) Média 12 a 20%	31	32	33	34	34
(4) Forte 20 a 30%	41	42	43	44	45
(5) Muito Forte >30%	51	52	53	54	55

Os solos da área de estudo são descritos a seguir conforme quadro 5 e constam na Carta de Solos, figura 7.

**QUADRO 5 - SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO**

Lva4	Latossolo Vermelho-Amarelo álico- podzólico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perúmida – relevo forte ondulado e ondulado.
Pva10	Associação Podzólico – Amarelo distrófico Tb – textura média argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado + solos litólicos distróficos – textura argilosa fase floresta sub-tropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato silticos e folhelhos ambos A moderado.
Pva25	Associação Podzólico Vermelho-Amarelo-álico latossólico A moderado fase floresta tropical perúmida relevo ondulado e forte ondulado + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados fase floresta tropical perenifólia de várzea relevo suave ondulado e plano ambos textura argilosa.



Pva3	Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb proeminente textura média/argilosa fase floresta subtropical perenifolia relevo suave ondulado de vertentes curtas
Cd2	Associação Cambissolico distrófico Tb moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifolia de várzea relevo plano substrato sedimentos recentes + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados
Ca1	Cambissolo álico – Tb A moderado textura argilosa fase floresta tropical altimontana relevo montanhoso substrato migmatitos
Ca6	Cambissolo álico Tb A moderado textura argilosa fase floresta subtropical altimontana relevo ondulado e forte ondulado substrato migmatitos
Ca9	Cambissolo álico Tb A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo forte ondulado substrato migmatitos
Ca11	Cambissolo Álico Tb A moderado textura argilosa fase campo subtropical relevo ondulado substrato migmatitos
Ca15	Associação Cambilossolo álico Tb faase floresta tropical altimontana relevo montanhoso substrato migmatitos + Latossolo Vermelho – Amarelo Podzólico álico fase floresta tropical perúmida relevo forte ondulado e ondulado ambos a moderado textura argilosa.
Ca 31	Associação Cambissolo Álico Tb + solos Litólicos álicos ambos moderadamente textura argilosa fase floresta subtropical altimontana relevo montanhoso e escarpado substrato migmatitos
HG2	Solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo e floresta subtropical de várzea relevo plano.
HG3	Solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo tropical de várzea relevo plano
SM	Associação Solos indiscriminados de mange + solos Hidromórficos Gleyzados indiscriminados textura argilosa fase campo subtropical de várzea relevo plano.
AR2	Associação Afloramentos de rocha (granitos e quartzitos)+solos Litólicos álicos A proeminente textura argilosa fase campo e floresta subtropical

FONTE: Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná (1981), Ministério da Agricultura, EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - SNLCS – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Gov. do Estado do Paraná – Secretaria do Estado da Agricultura, IAPAR – Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Ministério do Interior, SUDESUL- Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, convênio nº12/76 – Gov. do Estado do Paraná/ IAPAR/ EMBRAPA/SUDESUL. ANO: 1981

Obtivemos como resultado do cruzamento a Carta de FRAGILIDADE POTENCIAL com 5 novas classes.

(1) Muito Baixa – 11

(2) Baixa- 12 – 21 – 22

(3) Média -13- 23- 31- 32- 33

(4) Alta –14 – 24 – 34 - 41- 42- 43- 44

(5) Muito Alta -15- 25- 35- 45- 51- 52- 53- 54- 55



Com o resultado da Carta de Fragilidade Potencial, com 5 novas classes, fez-se então uma nova integração de dados, para a obtenção da Carta de Fragilidade Emergente, agora com o Uso do Solo. Vide tabela 18

TABELA 18-MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA 2º CRUZAMENTO FRAGILIDADE EMERGENTE = FRAGILIDADE POTENCIAL X USO DA TERRA

Fragilidade Potencial Grau de Proteção Uso da Terra	(1) Muito Baixa	(2) Baixa	(3) Média	(4) Alta	(5) Muito Alta
(1) Muito Alta	11	12	13	14	15
(2) Alto	21	22	23	24	25
(3) Médio	31	32	33	34	35
(4) Baixo	41	42	43	44	45
(5) Muito Baixo ou Nulo	51	52	53	54	55

#### 5.5.4 Susceptibilidade a Riscos geológicos.

Para análise da susceptibilidade potencial a riscos geológicos foram utilizados dados de geologia, declividade e uso da terra.

A geologia da área de estudo foi resumida no quadro 6, e consta na Carta Geológica, figura 6.

QUADRO 6 – GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

Mangue	Manguesais – mangues (mangrove) – Holoceno – Quaternário –
Sedimentos Arenoso-silticos-argilosos de baía	(Qb)-Holoceno- Quaternário
Aluviões indiferenciados	Encontrados em partes marinhas região SE (Qa)indiferenciados (Qa1)antigos (Qa2)recentes- Quaternário Holoceno
Coluviões	(Qc)Quaternário/ Holoceno
Sedimentos Arenosos de origem marinha	(Qm)Quaternário/Holoceno
Microgranito intrusivo	(mY)Quaternário/Holoceno



Sequência sedimentar conglomerado, arcósios e siltitos	(ePsd)- Formação Guaratubinha do Paleozóico
Granitos	(GA),(GG),(GM)- Anhangava – Graciosa – Marumbi – Serra da Igreja (SI) - Granito intrusivo sub-alcalino – (YM) Granito Serra da Igreja(Ysi). Pré- Cambriano
Granitos	(pE Y')- Granito anatexia
Quartzitos	( pEq) Quartzitos indiferenciados do Pré- Cambriano
Sequência Vulcânica ácida	Riolito e piroclástico, formação Guaratubinha –Paleozóico -Holoceno – Quaternário.
Microgranito intrusivo	Holoceno-Quaternário
Micaxistos	(pEmx)- em Paranaguá, micaxistos principalmente biotita -muscovita-xistos – incluindo localmente quartzo- micaxisto – (pEmx) – em Antonina – (peMX <sub>1</sub> - peMX <sub>2</sub> ) micaxistos indiferenciados incluindo localmente quartzito – micaxistos e quartzito-granada-biotita - muscovita. xistosclorita -biotita muscovita. xistos – Pré-Cambriano
Migmatitos	Morretes(Xm) – Migmatitos-xistos –magnesianos- (M2)- Migmatitos Homogêneos-embrechitos (Y2) Migmatitos retrometamórficos- (M3) Migmatitos Heterogêneos epibolitos- Pré-Cambriano. Antonina(pEM) Migmatitos indiferenciados, incluindo localmente anfibólios e veios de quartzo-fedspato. (pEM2) – Tipos epibolitos – (pEM1) tipos embrechitos
Diques	Diabásio /Diorito Pórfiro – Jurrássico /Cretáceo
Linhas de falhas	Falha provável, fratura, lineação

Fonte: Os dados foram obtidos por meio de digitalização das cartas geológicas

#### 5.5.4.1 A Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos

Para a Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos, foram usados os dados da Carta Geológica com a Carta Clinográfica (declividade), seguindo o mesmo princípio das Matrizes anteriores. Estabeleceram-se regras para a Matriz de Correlação, conforme consta na tabela 19, agrupando-se a matriz em 4 classes, com a intenção de verificar se ocorreriam modificações importantes nos resultados, e para aliviar o sistema operacional.



**TABELA 19 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 3º CRUZAMENTO  
SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCO GEOLÓGICO  
DECLIVIDADE X GEOLOGIA**

<b>GEOLOGIA DECLIVIDADE</b>	<b>(1) Muito Baixa Susceptibilidade -Mangue</b>	<b>(2) Baixa Susceptibilidade -Aluviões Conglomerados de Arcósios e Siltos -Sedimentos Arenosos de baia</b>	<b>(3) Média Susceptibilidade -Migmatito - Seq. Sedin conglomerados arcósios areias e argilitos -Coluviões -Quartzitos -Micaxistos -Sequência vulcânica (ácida) -Quartzito</b>	<b>(4) Alta Susceptibilidade -Granitos intrusivos e anatexia -Deposito de talus -Micro Granito Intrusivo</b>
<b>Fraca 0 a 12%</b>	11	12	13	14
<b>Média 12 a 20%</b>	21	22	23	24
<b>Forte 20 a 30%</b>	31	32	33	34
<b>Muito Forte &gt; 30%</b>	41	42	43	44

Com esta matriz foi obtido a Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos.

#### 5.5.4.2 A Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos

Com o resultado da Carta de Susceptibilidade Potencial, fez-se uma nova integração com os dados da Carta de Uso da Terra, com a Matriz que consta na tabela 20.



TABELA 20- MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA O 4º CRUZAMENTO  
SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE - USO DA TERRA X  
SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL

Uso da Terra Grau de Proteção Grau de Susceptibilidade	(1) Muito Alta -	(2) Alta	(3) Média	(5) Baixa
(1) Muito Alta Susceptibilidade	11	12	13	14
(2) Alta susceptibilidade	21	22	23	24
(3) Média Susceptibilidade	31	32	33	34
(4) Baixa Susceptibilidade	41	42	43	44

Foi estabelecida uma nova matriz para o Uso da Terra para o cruzamento com Geologia, em função do agrupamento de uma das classes. Vide tabela 21, onde consta a Matriz de Uso da Terra utilizada nos cruzamentos para obtenção da Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.

TABELA 21 - MATRIZ DE USO DA TERRA UTILIZADA PARA OBTENÇÃO DA  
SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE.

Grau de Proteção	Tipo de Cobertura
(1) Muito Alta	Alto Montana - Densa Montana -
(2) Alta	Densa das Terras Baixas – reflorestamento Baixo – Mangue - Afloramento
(3) Média	Agropecuária – Várzea- Canaviais – Bananaís
(4) Baixa	Mineração – área Urbana

A Carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos gerou apenas 3 novas classes, pois houve uma generalização das informações, em função do agrupamento de alguns polígonos. Assim as classes de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos, resultante geraram 3 novas classes, da seguinte forma: baixa susceptibilidade, de média a alta susceptibilidade a riscos Geológicos.

### 5.5.5 – A Carta de Graus de Fragilidade de Uso da Terra.

A matriz de correlação para a Carta de Grau de Fragilidade de Uso do Solo Emergente, foi estabelecida com o mesmo princípio das outras matrizes, no entanto agrupando diretamente dois temas para testar sua aplicabilidade, usou-se os dados da Carta de Unidades Ambientais Naturais e o Uso da Terra, conforme consta na tabela 22, e gerou-se um novo tema com novas 4 classes, que denominamos de Carta de Graus de Fragilidade de Uso da Terra.

**TABELA 22 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO PARA 5º CRUZAMENTO PARA UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS X USO DO SOLO CLASSES DE FRAGILIDADE DE USO DA TERRA**

Unidades Ambientais Naturais Graus de Proteção De Uso do solo	(1) Muito baixa Restingas Mangues	(2) Baixo Planalto Ondulado	(3) Médio Planícies Aluviais sig ML Áreas Coluviais- PL Planícies Aluviais PL- PP	(4) Alto Planícies Aluviais não sig ML Morros PL	(5) Muito Alta Serras Áreas Coluviais ML Planalto Dissecado PP
(1) Muito alta – Mata – Floresta Alto Montana –Densa Sub Montana	11	12	13	14	15
(2) Alta – Densa das Terras Baixas Reflorestamento – Baixo – Mangue –Floresta Densa Montana	21	22	23	24	25
(3) Média -Agropecuária – Várzea	31	32	33	35	35
(4) Baixa – (pastagem) – Agropecuária – Várzea	41	42	43	44	45
(5) Muito Baixa e/ou nula- Solo exposto – Mineração e Área Urbana	51	52	53	54	55

## 5.6 LEVANTAMENTO DE CAMPO

O levantamento de campo foi realizado com apoio de vários órgãos, em vários dias de trabalho. Houve a possibilidade de entrevistar várias pessoas, filmar e fotografar vários locais. Com o auxílio da Petrobrás - Dutos-Sul de Paranaguá, através do Gerente de operações Sr. Jorge Haro, que juntamente com o Sr Jairo K. Nobre, Técnico de Segurança e equipe, cederam um barco e um voo de helicóptero para reconhecimento da área e demarcação de pontos com GPS.



## 6. OS ACONTECIMENTOS

Com a pesquisa, pode-se perceber que a área de estudo apresenta um ecossistema bastante frágil, ainda que, como visto, no que diz respeito à cobertura florestal relativamente bem preservada, há necessidade de um esforço conjunto de órgãos ambientais, administradores, pesquisadores, empresas comunidades locais, poder público, enfim todos os envolvidos com a questão ambiental, seja por interesses conservacionista/preservacionista ou por interesses econômicos.

Os processos erosivos, são muitas vezes desencadeados pelo uso inadequado da terra. As atividades agrícolas sem práticas conservacionistas, a extração irregular de areia e seixos e cascalhos dos leitos dos rios, rodovias mal conservadas e outras atividades humanas contribuem de modo significativo para que a morfogênese seja acelerada. Estas ocorrências são problemáticas não somente no que diz respeito à questão ambiental, mas econômica e também de segurança das populações locais que dependem dos recursos naturais, direta ou indiretamente. Portanto não se trata apenas de proteger a natureza mas de proteger a as comunidades locais e infraestrutura existente.

Durante a pesquisa, diversos órgãos foram consultados para obtenção de dados quantitativos sobre as ocorrências de acidentes de cunho ambiental ao longo dos anos. No entanto não se encontraram dados disponíveis em uma série histórica. O batalhão da Polícia Florestal, forneceu um relatório para as ocorrências atendidas no ano de 2000 e para o mês de janeiro de 2001. Que foram tabuladas da seguinte forma: Vide tabela 23 e gráfico 8 para o ano de 2001.

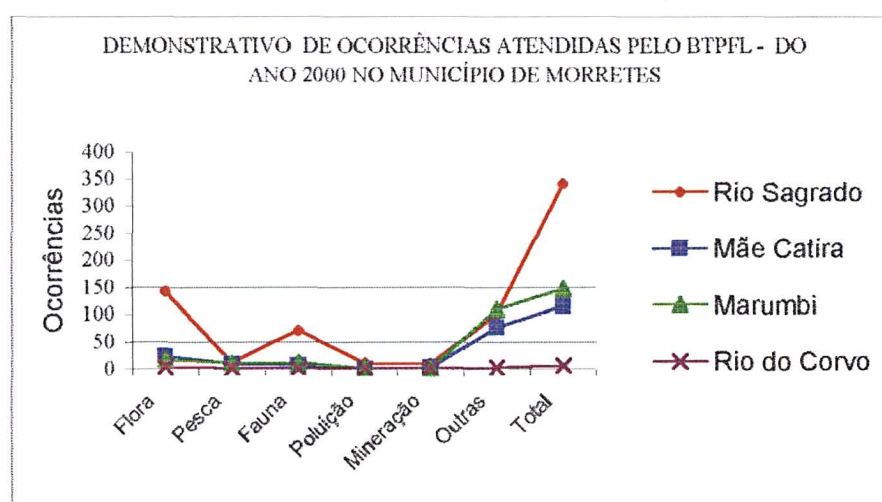


**TABELA 23 - OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BTPFL BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL**

Ocorrências atendidas Pelo Batalhão da Polícia Florestal no Município de Morretes no ano de 2000					
Tipo de infração					
	Rio Sagrado	Mãe Catira	Marumbi	Rio do Corvo	Total
Flora	142	23	16	3	184
Pesca	11	9	10	0	30
Fauna	70	6	11	0	87
Poluição	10	0	1	0	11
Mineração	9	2	0	0	11
Outras	99	75	109	2	285
Total	341	115	147	5	608

Fonte: Batalhão da Polícia Federal 2001 Trabalho não publicado

**GRÁFICO 8 - DEMONSTRATIVO DE OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL BTPFL –**



Fonte: BPFL – Batalhão da Polícia Florestal Morretes, 2001 Trabalho não publicado

Nos quatro postos policiais florestais que atendem o Município de Morretes, foram atendidas 608 ocorrências, com uma média de 52 ocorrências/ mês e 1,7 ocorrências/dia sendo que dessas ocorrências 53% foram de natureza ambiental e 47% atípicas ao BTPFL

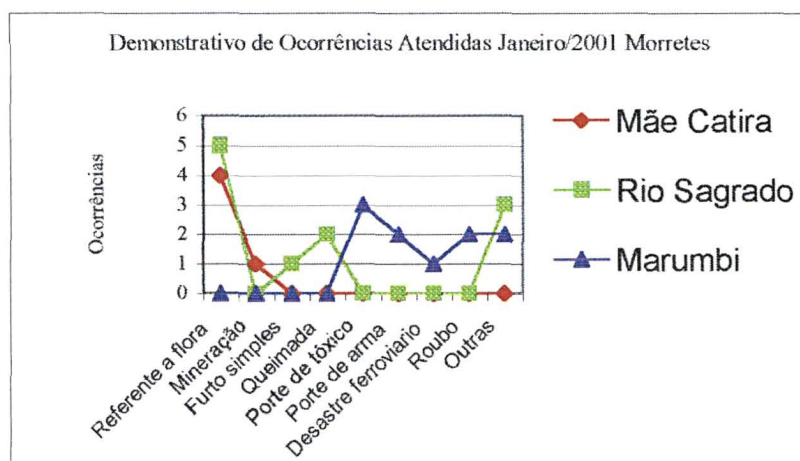
Para o mês de janeiro temos as ocorrências que aparecem na tabela 24, de ocorrências atendidas pela Polícia Florestal para o mês de janeiro de 2001:

TABELA 24 – OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BTPFL

Ocorrências Atendidas pelo BTPFL em janeiro 2001 em Morretes			
Ocorrência por posto florestal			
Tipo de infração	Mãe Catira	Rio Sagrado	Marumbi
Referente a flora	4	5	0
Mineração	1	0	0
Furto simples	0	1	0
Queimada	0	2	0
Porte de tóxico	0	0	3
Porte de arma	0	0	2
Desastre ferroviário	0	0	1
Roubo	0	0	2
Outras	0	3	2

Fonte: Batalhão da Polícia Federal, 2001 Trabalho não publicado.

GRÁFICO 9 - OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL EM JANEIRO/2001.



Fonte: BPFL – Batalhão da Polícia Florestal Morretes, 2001 Trabalho não publicado

Nos postos policiais florestais já citados, foram atendidas 26 ocorrências, com uma média de 0,9 ocorrências/dia sendo que dessas ocorrências 15,38 foram atípicas ao BPFL e 84,62% foram de natureza ambiental.

Os índices tanto para o ano de 2000 como para o mês de janeiro de 2001 são considerados pelo Batalhão da Polícia Florestal, bastante significativos, e dependendo



da proporção do acidente demanda um número bastante alto de profissionais e materiais. Que nem sempre estão disponíveis nos casos de emergências.

No decorrer da pesquisa, ocorreram vários acidentes ambientais de grandes proporções na área de estudo. Alguns envolvendo renomadas empresas, foram amplamente divulgados pela mídia. Podemos citar como exemplos, dois desses acidentes, que segundo o Capitão Luiz Henrique Pombo Nascimento, do corpo de Bombeiros de Paranaguá integrante da Defesa Civil, foram de grandes proporções, o descarrilamento de uma composição férrea da ALL - América Latina Logística, Concessionária de Ferrovias no Paraná, e o outro um rompimento de um oleoduto da Petrobrás.

O descarrilamento da composição férrea, composta de 3 locomotivas e 24 vagões carregados com açúcar e farelo de soja, pertencente à- ALL , no município de Morretes, entre as estações de Roberto Costa e Porto de Cima, trecho Curitiba-Paranaguá, ocorreu segundo laudo da Casa Militar, na madrugada de 23 de setembro de 2000. Cada locomotiva possui a capacidade para quatro mil litros de óleo diesel e, vazaram aproximadamente 4000 litros para o rio Caninana, afluente do rio Nhundiaquara que corta a cidade de Morretes. Além do derramamento de óleo, houve um incêndio em uma das locomotivas. Aproximadamente 120 pessoas, entre equipes do Corpo de Bombeiros, do Instituto Ambiental do Paraná, Polícia Florestal e funcionários da ALL, trabalharam no local do acidente. Foi necessário a instalação de 16 barreiras de contenção e absorção ao longo de 10km do rio Caninana, para impedir que os resíduos de óleo chegassem ao Rio Nhundiaquara.

A população se abastece das águas do Rio Caninana, que ficaram contaminadas, segundo o Capitão Luiz H. Pombo do Nascimento, em vistoria realizada nas caixas d'água das casas, na época do acidente, onde foram encontrados resíduos de óleo. Até que o IAP - Instituto Ambiental do Paraná liberasse a água do Córrego para consumo, foi necessário abastecer a população com água potável. A ferrovia ficou interditada para trens de passageiros e por algum tipos de cargas durante catorze dias. A gerente de relações Silvana Alcântara, informou ao Jornal O Estado do Paraná em 11/10/00, que as três locomotivas foram as primeiras a serem retiradas do

local pois estavam contaminando o solo, e que os outros vagões eram considerados “sucatas”, e não interferiam no tráfego. O acidente rendeu a ALL uma multa de R\$2,4 milhões, e muitos prejuízos para os agricultores e comunidade local. Podemos verificar a extensão do acidente nas figuras 30 e 31.

FIGURA 30 - DESCARRILAMENTO DA COMPOSIÇÃO FÉRREA EM 23/09/00  
PERTENCENTES À CONCESSIONÁRIA - ALL



Foto: Wellner D.A.

FIGURA 31 - ASPECTO DA LOCOMOTIVA QUE PROVOCOU O VAZAMENTO DE  
APROXIMADAMENTE 4000 MIL LITROS DE ÓLEO



Foto: Wellner D.A.



Outro acidente considerado de grandes proporções, segundo laudo técnico do IAP- DIPAP Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas e Corpo de Bombeiros de Paranaguá, foi o rompimento do duto de transporte de produtos perigosos da Empresa PETROBRÁS, atingindo vários rios da região, como o Rio Sumidouro, do Meio Sagrado, Neves, Nhundiaquara, chegando à Baía de Antonina, na localidade de Carambuí, em Morretes, em 17 de fevereiro de 2001. Cerca de 50 mil litros de óleo diesel vazaram com o rompimento do duto. Um dos locais atingido, fica dentro da AIET – Área de Interesse Turístico do Marumbi, que é uma unidade de conservação Estadual. Vide figura 4 p.59. Os rios desta área, são considerados os de classe 1, o que subentende águas em boas condições.

A fragilidade ambiental da área afetada é muito grande. O relevo, a hidrografia e a vegetação foram extremamente afetados. Na ictiofauna, foi observada a mortalidade de peixes, com vários exemplares mortos no rio Sagrado e no Rio Neves. Segundo relatório do DIBAP foram, afetadas várias espécies de peixes, as matas ciliares e os mangues.

Dez caminhões tanques e 500 funcionários da Petrobrás e 300 contratados foram acionados para fazer a retirada e o transporte do óleo. Uma portaria baixada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), proibiu na época do acidente, a pesca nos rios do Meio, Sagrado, Dos Neves e Nhundiaquara, atingidos pelo vazamento da Petrobrás.

Na Figura 32, pode se observar as barreiras com bóias de contenção de óleo, postas em 9 pontos diferentes para conter a mancha de óleo. Na figura 33, podem-se observar alguns barris utilizados para armazenar o óleo retirado do Rio Sagrado na ocasião do acidente. Na figura 34, nota-se aspectos das margens do Rio Sagrado com óleo sendo absorvido pelo solo. Na figura 35, local onde ocorreu o rompimento do duto, num córrego próximo ao Rio do Meio.

FIGURA 32 - BÓIAS DE CONTENÇÃO DE ÓLEO.



Foto: Corpo de Bombeiros de Paranaguá.

FIGURA 33 – OBSERVA-SE NA FOTO OS BARRIS DE ÓLEO QUE FORAM RETIRADOS DO RIO SAGRADO NA OCASIÃO DO ACIDENTE COM O DUTO.



Foto: Corpo de Bombeiros de Paranaguá.



FIGURA 34 – ASPECTOS DAS MARGENS DO RIO SAGRADO COM ÓLEO SENDO ABSORVIDO PELO SOLO



Foto: Corpo de Bombeiros de Paranaguá.

FIGURA 35 - LOCAL ONDE OCORREU O ROMPIMENTO DO DUTO, CÓRREGO PRÓXIMO AO RIO DO MEIO.



Foto: Corpo de Bombeiros de Paranaguá.

Cerca de 32 pescadores da região foram prejudicados, e podem ter chegado a 200 as famílias atingidas diretamente pelo acidente. O número foi levantado pelo secretário do Meio Ambiente do município de Morretes, Deimerval Borba. Para o

secretário do Meio Ambiente do município de Morretes, Deimerval Borba. Para o secretário foram grandes os estragos econômicos e sociais causados pelo acidente. Para Borba, 47 propriedades rurais banhadas pelos rios atingidos, que empregam 186 trabalhadores, foram prejudicadas pelo óleo. Além disso, 15 fazendas de criadores de gado foram atingidas e 32 pescadores, ficaram um grande período sem trabalho. O secretário avalia que o número de propriedades atingidas indiretamente deve ser maior.

Nos trabalhos de campos realizados nesta pesquisa, teve-se oportunidade de sobrevoar a área do acidente, aproximadamente 30 dias após. Com helicóptero e barco cedidos pela Petrobrás, a partir do terminal da Petrobrás em Paranaguá, entrou-se pela foz do Rio Nhundiaquara e chegamos até onde o barco podia navegar e observando-se os rios Sagrados, e Neves. O funcionário da Petrobrás Sr<sup>o</sup> Jairo Nobre, nos conduziu, relatando o caminho feito na época do acidente.

Em entrevista no Iate clube de Morretes, o Sr<sup>o</sup>. Cláudio Antunes, responsável pela diretoria do Clube, relatou a queda de frequência dos associados, e o impacto negativo provocado pelo acidente.

Nas áreas de mangue e de baixios, pode-se observar a fragilidade desses ambientes que foram atingidos, figuras 36 e 37. Na figura 38, observa-se o encontro dos rios Sagrado e Nhundiaquara. Na figura 39, observam-se as bóias de contenção ainda 30 dias após o acidente no Rio Sagrado, como medida de prevenção, uma vez que a Petrobrás realiza várias obras de grandes proporções na área, vide figura 40, onde aparecem aspectos das obras executadas para contenção de solos e drenagem, para diminuir os riscos de novas movimentações de solos. E finalmente pode-se perceber aspectos do uso do solo na figura 41, propriedade próxima ao acidente, na localidade de Carambuí.

Os cuidados com a área se justificam e ficam ainda mais evidente, quando se observam as águas cristalinas da maior parte dos rios da região rural, a exemplo da figura 42, que mostra os aspectos do rio Sagrado e do rio do Meio.



FIGURA 36 - ASPECTOS DO MANGUE



Foto: da autora em levantamento de campo

FIGURA 37 - ASPECTOS DOS BAIXIOS NA FOZ DO RIO NHUNDIAQUARA



Foto: da autora em levantamento de campo



FIGURA 38 – FOZ DO RIO SAGRADO QUANTO SE ENCONTRA COM O NHUNDIAQUARA A ESQUERDA DA FOTO RIO NHUNDIAQUARA.



Foto: da autora em levantamento de campo

FIGURA 39 - BÓIAS DE CONTENÇÃO 30 DIAS DEPOIS DO ACIDENTE NO RIO: SAGRADO



Foto: da autora em levantamento de campo



FIGURA 40 - OBRAS DE CONTENÇÃO DE SOLOS E DRENAGEM FEITAS PELA PETROBRÁS PARA DIMINUIR OS RISCOS DE NOVAS MOVIMENTAÇÕES DE SOLOS.



Foto: da autora em levantamento de campo

FIGURA 41 - ASPECTO DO USO DO SOLO NAS PROXIMIDADES A ÁREA DO ACIDENTE - LOCALIDADE DE CARAMBUÍ - MORRETES

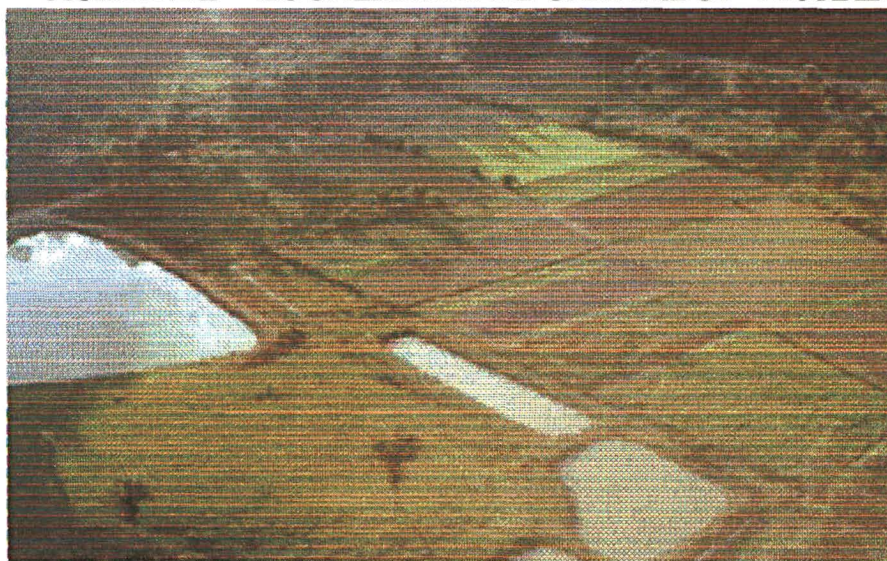


Foto: da autora em levantamento de campo

FIGURA 42 - ASPECTOS DA ÁGUA CRISTALINA DO RIO SAGRADO E DO RIO DO MEIO. A DIREITA RIO DO MEIO E A ESQUERDA RIO SAGRADO.



Foto: da autora em levantamento de campo



## 7 RESULTADOS .

### 7.1 AS CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE DO MEIO FÍSICO

#### 7.1.1 A Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico

A Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico, foi elaborada a partir do cruzamento das cartas de solos (tipos) e Clinografia (declividade), conforme descrito no capítulo Materiais e Métodos, (vide tabela 17 p.153) onde foi elaborada uma matriz definindo classes para cada tema. O resultado desta matriz gerou 5 categorias de fragilidade que foram agrupadas. Para o cruzamento considerou-se as classes de declividade segundo a tabela 26. Os dados da Carta de Solos, foram agrupados conforme consta no capítulo Materiais e Métodos (vide quadro 5 p.153) .

Com as classes cruzadas e os resultados obtidos, pode-se quantificar o valor percentual de cada informação.

A seguir, observa-se nas tabelas 25 e 26, a porcentagem das classes de solos e declividade, cujo cruzamento resultou a carta de fragilidade potencial.

**TABELA 25 - CLASSES DE SOLOS (TIPOS) / FRAGILIDADE.**

Classes de solos	km <sup>2</sup>	Há	%
<b>Muito Alta</b> Ca15 – HG2 – HG3 Ca1- Ca31 AR2	311,91	31.191	44,18
<b>Alta</b> Ca9 Ca6 PVa10	208,13	20.813	29,47
<b>Média</b> LVa 4 e PVa3	18,04	1.804	2,56
<b>Baixa</b> Cd2 PVA25	135,11	13.511	19,13
<b>Muito Baixo</b> Mangue SM	32,94	3.294	4,67
<b>Total</b>			100

Fonte: Matriz para tipos de Solos por classes de fragilidade Carta de Solos EMBRAPA, 1981 escala 1:600000.

Ao observarmos a Carta Clinográfica, figura 10, p.83, percebe-se que o relevo da área apresenta uma concentração nas altas declividades, e 49,63% das terras possuem declividades maiores de 20%. Os valores foram expressos na tabela 26.

TABELA 26 - CLASSES DE DECLIVIDADE /FRAGILIDADE

Classes		km <sup>2</sup>	ha	%
Muito fraca	< 6%	234,29	23.429	33,04
Fraca	6-12%	32,82	3.282	4,64
Média	12-20%	90,01	9.001	12,69
Forte	20-30%	119,43	11.943	16,85
Muito forte	>30%	232,44	23.244	32,78
Total				100,00

Fonte: Matriz de correlação por classes de fragilidades dados da Carta Clinográfica obtidos por meio de digitalização das curvas de níveis.

A carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico, detalhada no capítulo Materiais e Métodos (quadro 4 p.147), foi quantificada de acordo com classes de fragilidades, expressa na tabela 27.

TABELA 27 - CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL EMERGENTE DO MEIO FÍSICO

Classe	km <sup>2</sup>	Há	%
Muito alta	419,81	41.981	58,88
Alta	138,91	13.891	19,48
Baixa	107,30	10.730	15,05
Média	17,09	1.709	2,40
Muito baixa	29,90	2.990	4,14
Total			100,00

Na carta supra citada, pode-se observar grande influência causada pela declividade alta, que aliada à maioria dos solos também com muito alta fragilidade, faz com que na bacia a classe muito alta fragilidade predomine com 58,88% da área.

A classe de alta fragilidade, foi a segunda classe apresentada na bacia com 19,48% e foi definida pelos solos Ca 9, Ca6 e PVa 10 aliados a declividades 20 a 30 % consideradas de alta fragilidade.

As áreas de fragilidade média, foram representadas por pequenas manchas na área, e foram definidas muito mais pela declividade 12 a 20 %, do que pela mancha de Latossolo, o LVa 4, associação de solos com menor ocorrência na bacia.

A classe de fragilidade muito baixa, é a quarta classe de ocorrência na área e é causada pelo solo de SM, Mangues, que no cruzamento foi definida como de baixa



fragilidade, pois foi considerado o seu pouco uso na área de estudo. E quando foi cruzada com a declividade de 0 a 6%, tivemos a mancha de fragilidade muito baixa nesta porção. A classe baixa, se deve ao cruzamento dos solos Cd2 e PVa25 com as classes de fragilidade (fraca) ou baixa de 6% a 12 %

### 7.1.2 A Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico

A Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico, foi gerada a partir do resultado da integração de dados da Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico, com os dados da Carta do Uso da Terra. (vide tabela 18 p.155)

As 5 classes encontradas na primeira integração de dados (solos x declividade), foram cruzadas com os dados da Carta do Uso da Terra.

Para a nova integração, foi estabelecida uma matriz com as novas 5 categorias, geradas da Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico com a Carta do Uso da Terra, utilizando-se a matriz de Uso da Terra já descrita no capítulo materiais e métodos. O uso da terra na bacia, foi quantificado como exposto na tabela 28.

**TABELA 28 -QUANTIFICAÇÃO DO USO DA TERRA EM OCORRÊNCIA E PORCENTAGEM.**

<b>FLORESTA OMBRÓFILA</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>	<b>PERCENTUAL %</b>
Altamontana	17,22	1.722	2,42%
Montana	213,35	21.335	30,00%
Densa sub-montana	289,14	28.914	40,64%
Densa das terras baixas	67,55	6.755	9,49%
<b>ÁREAS ARTIFICIALIZADAS</b>			
Reflorestamento	0,46	46	00,6%
Agropecuária	101,21	10.121	14,23%
Canaviais	0,81	81	0,11%
Bananais	3,71	371	0,52%
Mineração	0,04	4	0,01%
Área urbana	0,38	38	0,05%
<b>OUTROS</b>			
Afloramento rochoso	1,89	189	0,27%
Baixos	0,48	48	0,07%
Manguezais	7,19	719	1,00%
Várzeas	0,22	22	0,03%
Represas / Lagos / Baias	7,83	783	1,10%
<b>Total</b>			<b>100,00%</b>

Fonte : Carta de Uso da Terra obtida por interpretação de imagem satélite Landsat TM7



Os dados foram agrupados em função da matriz de cruzamento e pudemos quantificar a área por graus de proteção. Expressos na tabela 29;

**TABELA –29 CLASSES DE GRAUS DE PROTEÇÃO POR COBERTURA VEGETAL E DE USO DA TERRA**

	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
<b>Muito alta</b> Alto Montana Densa Montana Densa Sub-Montana	519,71	51.971	73,05
<b>Alta</b> Densa das terras baixas Reflorestamento Baixio Manguezais	77,52	7.752	10,90
<b>Média</b> Afloramento Várzeas	101,43	10.143	14,26
<b>Baixa</b> Canaviais Bananais	4,52	452	0,63
<b>Muito baixa e nula</b> Mineração Área Urbana	0,42	42	0,06
<b>Lagos / represas</b> Não foram consideradas nos cruzamentos	7,83	783	1,10
<b>Total</b>			100,00

Fonte: Matriz de Correlação para Uso do solo e Carta de Uso da Terra. Uso da Terra obtida por interpretação de imagem satélite Landsat TM7

Com os dados do Uso da Terra, podemos perceber que 73, 05% foram consideradas áreas de muito alto grau de proteção. Ao cruzar com o Uso da Terra uma categoria considerada no primeiro cruzamento que eram os solos de mangues agrupados como muito baixa fragilidade, desaparecem, pois no Uso da Terra o Mangue foi considerado com um grau de proteção médio, por isso foi gerado automaticamente um agrupamento em 4 classes, baixo, média e alta e muito alta fragilidade. Que podem ser observados na tabela 30, de classes de fragilidade Emergente do Meio Físico.

**TABELA 30 - CLASSE DE FRAGILIDADE EMERGENTE DO MEIO FÍSICO**

Classes	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
Muito alta	413,66	41.366	58,40
Alta	143,30	14.330	20,23
Média	66,92	6.692	9,44
Baixa	85,35	8.535	12,05
<b>Total</b>			100,00

Fonte: integração de dados das cartas Fragilidade Potencial do Meio Físico com Uso do Solo



Quando ocorre o cruzamento, em função das declividades da Carta de Fragilidade Potencial, resulta na predominância das classes muito alta e alta fragilidade, onde se percebe que mesmo com a cobertura florestal que foi considerada com alto nível de proteção, em função das declividades acentuadas, possuem um nível alto de fragilidade. Apenas, 12 % da área é considerado de baixa fragilidade, o que demonstra que há necessidade de medidas no que diz respeito aos riscos de degradação ambiental.

## 7.2 AS CARTAS DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCO GEOLÓGICO.

### 7.2.1 A Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos

A Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos seguiu os mesmos critérios para os cruzamento, já descritos na Metodologia. O cruzamento da Carta Geológica com o da Clinográfica, gerou a Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos. (vide tabela 19 p.157).

Após ter estabelecido a matriz e definidas as regras de cruzamento, foi possível quantificar as feições geológicas que constam na carta geológica expressas na tabela 31.

TABELA 31 – FEIÇÕES GEOLÓGICAS EM PORCENTAGEM QUE CONSTAM NA CARTA GEOLÓGICA

Feições Geológicas	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
Mangue	7,20	720	1,01
Sedimentos Arenoso-silticos-argilosos de baixa	3,76	376	0,53
Aluviões indiferenciados	137,13	13.713	19,30
Coluviões	13,89	1.389	1,96
Sedimentos Arenosos de origem marinha	0,73	73	0,10
Microgranito intrusivo	0,70	70	0,10
Seqüência sedimentar: conglomerado arcósios e silitos	3,81	381	0,54
Granitos	1,53	153	0,22
Granitos	151,66	15.166	21,35
Quartzitos	2,21	221	0,31

Sequência Vulcânica ácida	0,84	84	0,12
Deposito de talus	69,46	6.946	9,78
Micaxistos	8,07	807	1,13
Migmatitos	305,99	30.599	43,07
Rios	3,42	342	0,48
<b>Total</b>			<b>100,00</b>

Fonte: Carta Geológica, obtida por meio de digitalização das feições geológicas

As Classes de Susceptibilidade a riscos geológicos, estabelecidas na matriz de correlação das feições ocorrentes na área, foram agrupadas em, Baixa, Média e Muito Alta, e estão expressos na tabela 32 “Classes de Susceptibilidade a Riscos Geológicos.”

TABELA 32 CLASSES DE SUSCEPTIBILIDADE A RISCOS GEOLÓGICOS

Classes	Descrição	km²	ha	%
Baixa	Mangue	7,20	720	1,01
Média	Sedimento arenoso siltico – Argilosos de baía Aluviões indiferenciados Sedimentos arenoso de origem marinha (conglomerado arcósios e argilitos)	141,63	14.163	19,94
Alta	Coluviões Seqüência sedimentar (conglomerados arcósios e silticos) Quartzitos Seqüência vulcânica Micaxistos Migmatitos indiferenciados	334,83	33.483	47,13
Muito Alta	Microgranito Intruzivo Granito de Anatexia Granitos Intruzivos Deposito de Talus	223,37	22.337	31,44
Rios	Os rios não foram considerados nos cruzamentos	3,42	342	0,48
<b>Total</b>				<b>100,00</b>

Fonte: Carta Geológica, obtida por meio de digitalização das feições geológicas

Para que não houvesse um nível de detalhamento muito grande, em função dos pequenos polígonos que aparecem na carta, representando pequenas áreas, reduziram-se as classes de declividades agrupadas em 4: de 0 a 12% muito fraca, 12 a 20 % fraca, 20 a 30 forte, e maiores do que 30 % muito forte, como mostra a tabela 33, Classes de declividade para geologia.



TABELA – 33 - CLASSES DE DECLIVIDADE PARA GEOLOGIA

Classes	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
0 a 12 % Muito Fraca	267,18	26.718	37,68
12 – 20% Fraca	90,01	9.001	12,69
20 – 30 % Forte	119,43	11.943	16,85
> 30% Muito Forte	232,44	23.244	32,78
Total			100,00

Fonte: Carta Clinográfica e Matriz de Correlação para Geologia.

O resultado da integração de dados (Geologia e declividade), gerou a Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológico. Foram obtidas as classes muito alta, alta, média e baixa susceptibilidade, que foram agrupadas conforme tabela 34, classes de susceptibilidade potencial a riscos geológicos.

TABELA 34 - CLASSES DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL A RISCOS GEOLÓGICOS

Classes	km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
Muito Alta	347,35	34.735	48,98
Alta	212,00	21.200	29,90
Média	14,90	1.490	2,10
Baixa	134,90	13.490	19,02
Total			100,00

Fonte: Carta de Susceptibilidade Potencial a Riscos Geológicos resultado de integração de dados da Carta geológica e declividade.

A tabela 34, indica que novamente a classe muito alta susceptibilidade é a mais representativa. Novamente as declividades predominam para definir as classes de fragilidades da área. A classe alta é a de segunda ocorrência com 29% da área, e aparecem em manchas bem distribuídas no relevo, é interessante observar que nas regras para os cruzamentos a maioria das ocorrências ficou concentrada nesta categoria. A classe média em ocorrência fica, praticamente insignificante na área, em função dos pequenos polígonos na carta, e a baixa considerou novamente o relevo, pois na matriz a baixa susceptibilidade ficou o Mangue, que cruza com áreas de alta proteção no Uso do solo.

### 7.2.2 A carta de Susceptibilidade Emergente a Riscos Geológicos.

Esta carta foi obtida através do cruzamento com a Carta de Uso da Terra, com as mesmas regras que definiram os demais cruzamentos com a de susceptibilidade potencial a riscos geológicos (vide tabela 20 p 158).. Ao realizarmos este cruzamento uma classe é agrupada automaticamente, devido a sua pouca expressividade e por que ela cruzará com o uso da terra com alto grau de proteção a classe média desaparece dando lugar a uma mancha maior para a classe alta. Reduzindo também a classe baixa, então as novas classes geradas são: a de muito alta, a alta e a baixa susceptibilidade. Pois a classe média fica com um valor insignificante para o sistema 0,004%, por isso desaparece esta classe. Os resultados da integração de dados foram quantificados descritos na tabela 35.

**TABELA 35 - CLASSES SUSCEPTIBILIDADE EMERGENTE A RISCOS GEOLÓGICOS**

Classes	Km <sup>2</sup>	ha	PERCENTUAL %
Muito Alta	348,30	34.830	49,17
Alta	270,41	27.041	38,18
Media	0,03	3	0,004
Baixa	89,56	8.956	12,65
Total			100,00

A carta de susceptibilidade a riscos geológicos demonstra que na região serrana os riscos são bastante acentuados.

### 7.3 CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE DO USO DA TERRA

O resultado deste mapa foi obtido com o cruzamento das cartas de Uso da Terra com a de Unidades Ambientais Naturais.(Vide tabela 22 p.159)

Estabeleceram-se as mesmas regras para o cruzamento dos temas. Só que como a Carta de Unidades Ambientais Naturais já estabelece regras de uso, utilizando o fator declividade, cruzou-se apenas com o Uso da Terra, estabelecendo as mesmas matrizes



para os graus de proteção da cobertura vegetal ou seja o uso da terra. E estabeleceram-se novas regras apenas para as unidades ambientais naturais, como foi demonstrado no capítulo metodologia.

Após ter definido as regras para o cruzamento pode-se quantificar as Unidades Ambientais em classes de Fragilidade.

Os valores para a análise da fragilidade das Unidades Ambientais Naturais, foram descritos na tabela 36.

TABELA 36 -CLASSES DE FRAGILIDADE DAS UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS.

Classes	Descrição	km <sup>2</sup>	ha	%
Muito baixo	Planícies de restinga (LR) Mangues (LM)	20,73	2.073	2,94
Baixo	Planalto ondulado(PQ)	75,24	7.524	10,65
Médio	Planícies Aluviais (LP) Áreas coluviais (LC) Planícies Aluviais Significativas (SPS) Planícies Aluviais (PP)	132,79	13.279	18,81
Alto	Planícies Aluviais não Significativas (SP) Colinas Morros (LQ)	36,74	3.674	5,20
Muito Alto	Serras (SS) Áreas coluviais (SC) Planalto dissecado (PD)	440,67	44.067	62,40
Total				100,00

Fonte:Carta de Unidade Ambientais Naturais e Matriz de Correlação

Na Carta de Classes de Fragilidade de Uso da Terra, podemos observar os valores, que mesmo quando cruzados sem as declividades, apresentam muito alto e alto grau de fragilidade nas áreas onde possuem um grau de proteção muito alto e alto.

A integração de dados de Uso da Terra com as Unidades Ambientais Naturais traz como resultado a Carta de Classes de Fragilidade de Uso da Terra. E é possível quantificar as classes de fragilidade em baixa, média, alta e muito alta fragilidade seguindo o mesmo princípio dos outros cruzamentos.

Os valores obtidos são expressos na tabela 37.

TABELA 37 - CLASSES DE GRAUS DE FRAGILIDADE DE USO DA TERRA

Classes	km2	ha	PERCENTUAL %
Baixa	91,28	9.128	12,84
Média	155,97	15.597	21,93
Alta	22,43	2.243	3,15
Muito alta	441,47	44.147	62,08
Total			100,00

Fonte : Integração de dados das Cartas de uso da terra com a Carta de Unidades Ambientais Naturais

As cartas resultantes demonstram que naturalmente a área possui uma condição física bastante delicada, e se fazem necessários planos bem elaborados o para uso da terra, e podem ser observadas nas figuras; 43, Carta de Fragilidade Potencial do Meio Físico, figura 44, Carta de Fragilidade Emergente do Meio Físico, figura 45 carta de Susceptibilidade Emergente, figura 46 Carta de Susceptibilidade Potencial, e figura 47 Carta de Classes de Fragilidade de Uso da Terra.

Deve-se considerar que tendo em vista os critérios utilizados, praticamente metade da área às zonas alto/muito alto risco, susceptibilidade e ou vulnerabilidade . Isto corresponde de certa forma aos equilíbrios ambientais instáveis ao longo da bacia do Nhundiaquara. Entretanto seria interessante realizar em seguida novas combinações de mapas que realçassem os pontos mais críticos.



**CARTA DE FRAGILIDADE  
POTENCIAL DO MEIO FÍSICO**  
**BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA**  
**Solos X Declividade**

Figura 43

**LEGENDA:**

-  Ferrovia
-  Estradas secundárias
-  Rodovias
-  Oleoduto
-  Rios

**Classes de Fragilidade**

-  Muito Baixa
-  Baixa
-  Média
-  Alta
-  Muito alta

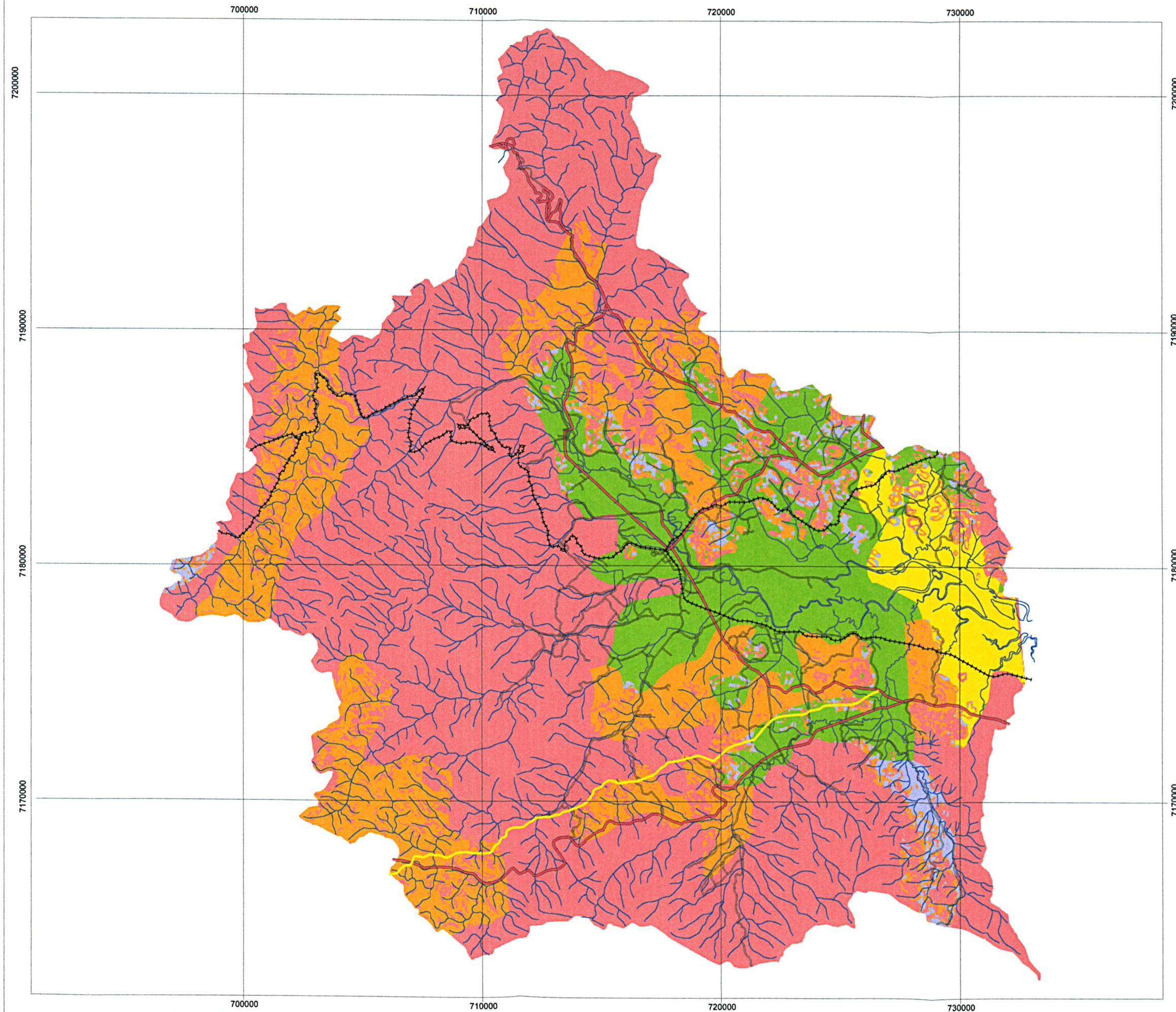


1:150000



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM  
"Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às  
constantes: 10.000 e 500 km,  
respectivamente.

Fonte: Dados de solos: EMBRAPA;  
Digitalização das curvas  
de nível, das cartas topográficas do IBGE/DSG.  
O resultado deste mapa foi obtido  
através do cruzamento de dados da  
Carta de Solos com a  
Carta Clinográfica (declividade)  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





CARTA DE FRAGILIDADE EMERGENTE  
DO MEIO FÍSICO

BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA  
Fragilidade Potencial x Uso do Solo

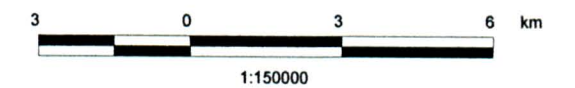
Figura 44

LEGENDA:

-  Ferrovia
-  Estradas secundárias
-  Rodovias
-  Oleoduto
-  Rios

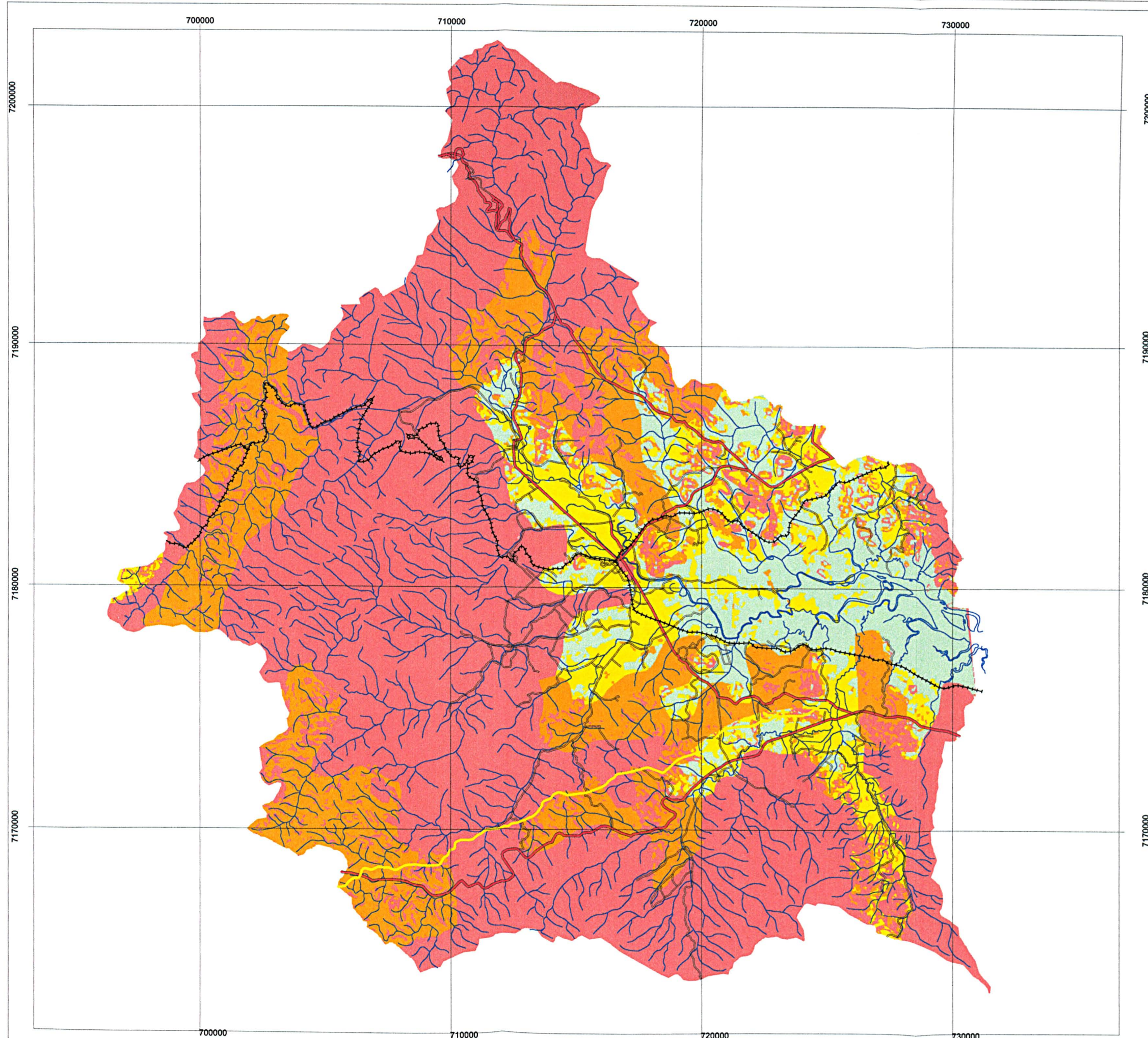
Classes de Fragilidade

-  Baixa
-  Média
-  Alta
-  Muito alta



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

O resultado deste mapa foi obtido  
através do cruzamento de dados  
da Carta de Fragilidade Potencial com Uso da Terra  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE POTENCIAL  
A RISCOS GEOLÓGICOS

BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA  
Geologia x Declividade

Figura 45

LEGENDA:

Ferrovia

Estradas secundárias

Rodovias

Oleoduto

Rios

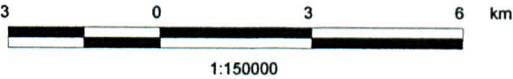
Classes de Susceptibilidade

Baixa

Média

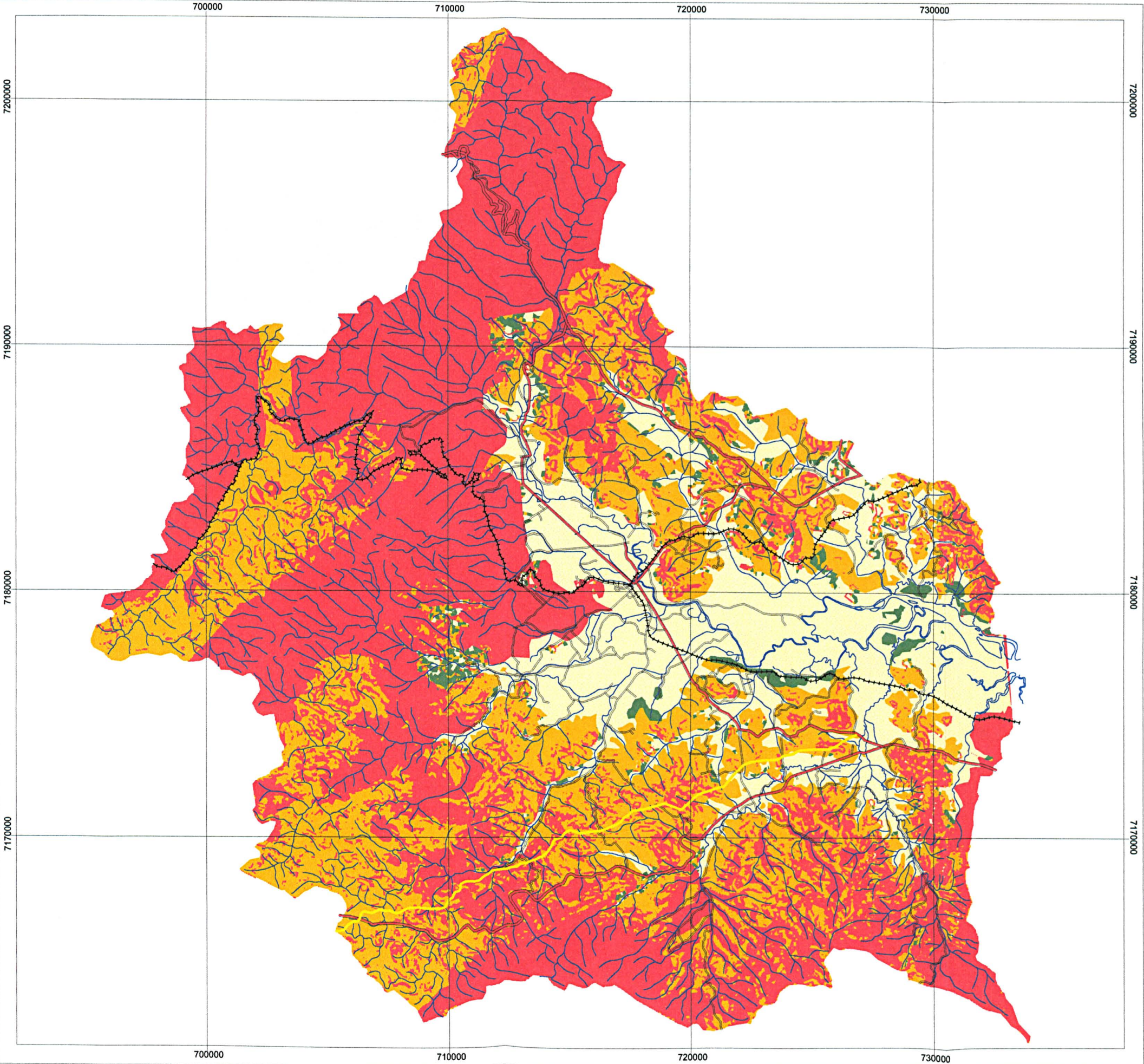
Alta

Muito Alta



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Fonte: Digitalização das curvas de nível das  
cartas topográficas do IBGE/DSG  
e cartas geológicas UFPR/DGTC/IBPT/CDPE  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva



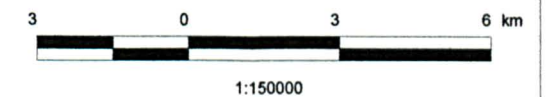


**CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE  
EMERGENTE A RISCOS  
GEOLÓGICOS**

**BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA**  
Suceptibilidade Potencial x Uso da Terra

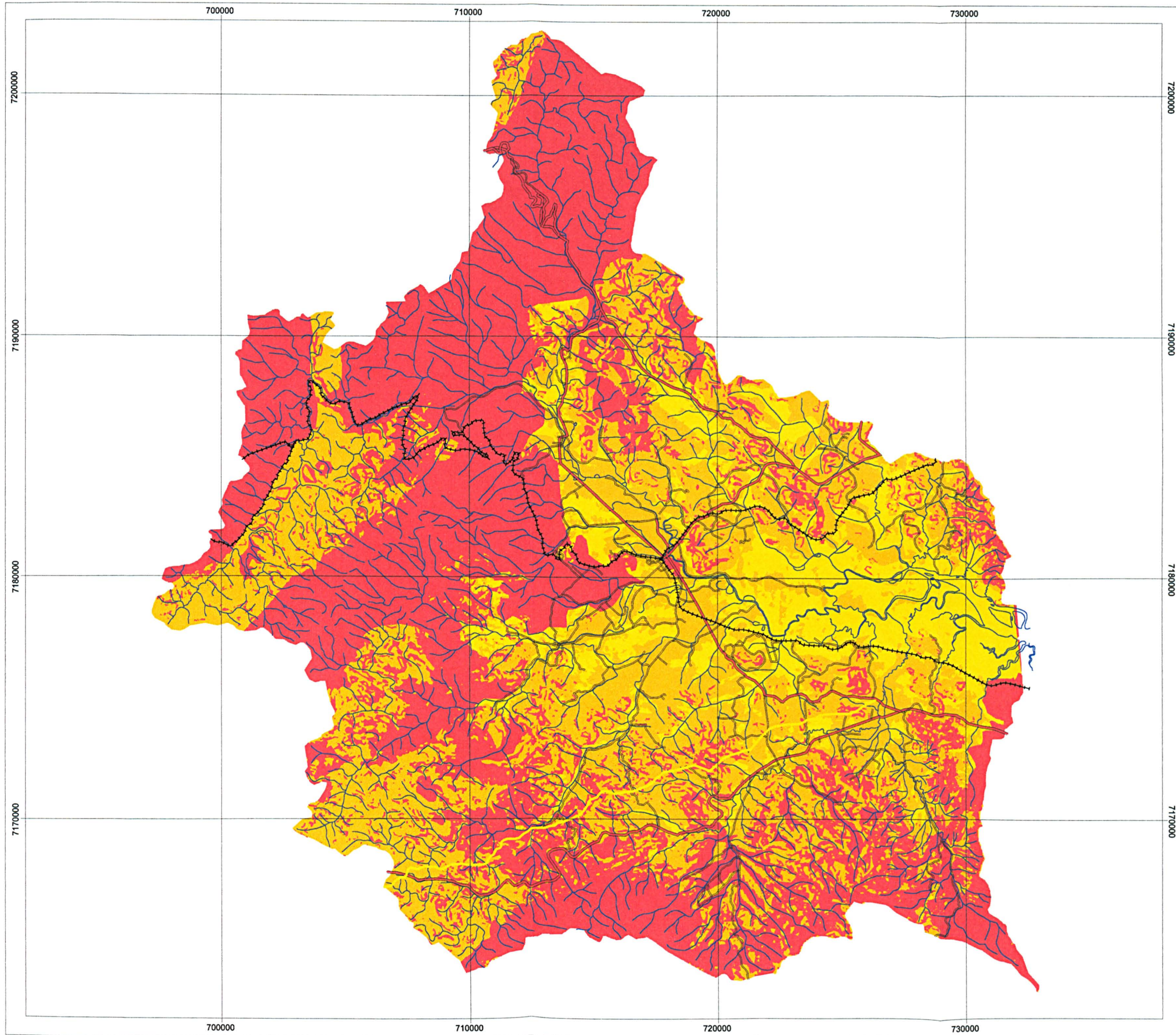
Figura 46

- LEGENDA:**
-  Ferrovia
  -  Estradas secundárias
  -  Rodovias
  -  Oleoduto
  -  Rios
- Classes de Susceptibilidade**
-  Baixa
  -  Alta
  -  Muito Alta



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

Este mapa é o resultado do cruzamento  
dos mapas de Susceptibilidade Potencial  
com o Uso da Terra  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





# CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE DE USO DA TERRA

BACIA DO RIO NHUNDIAQUARA  
Unidades Amb. Naturais x Uso da Terra

Figura 47

## LEGENDA:

- Ferrovia
- Estradas secundárias
- Rodovias
- Oleoduto
- Rios

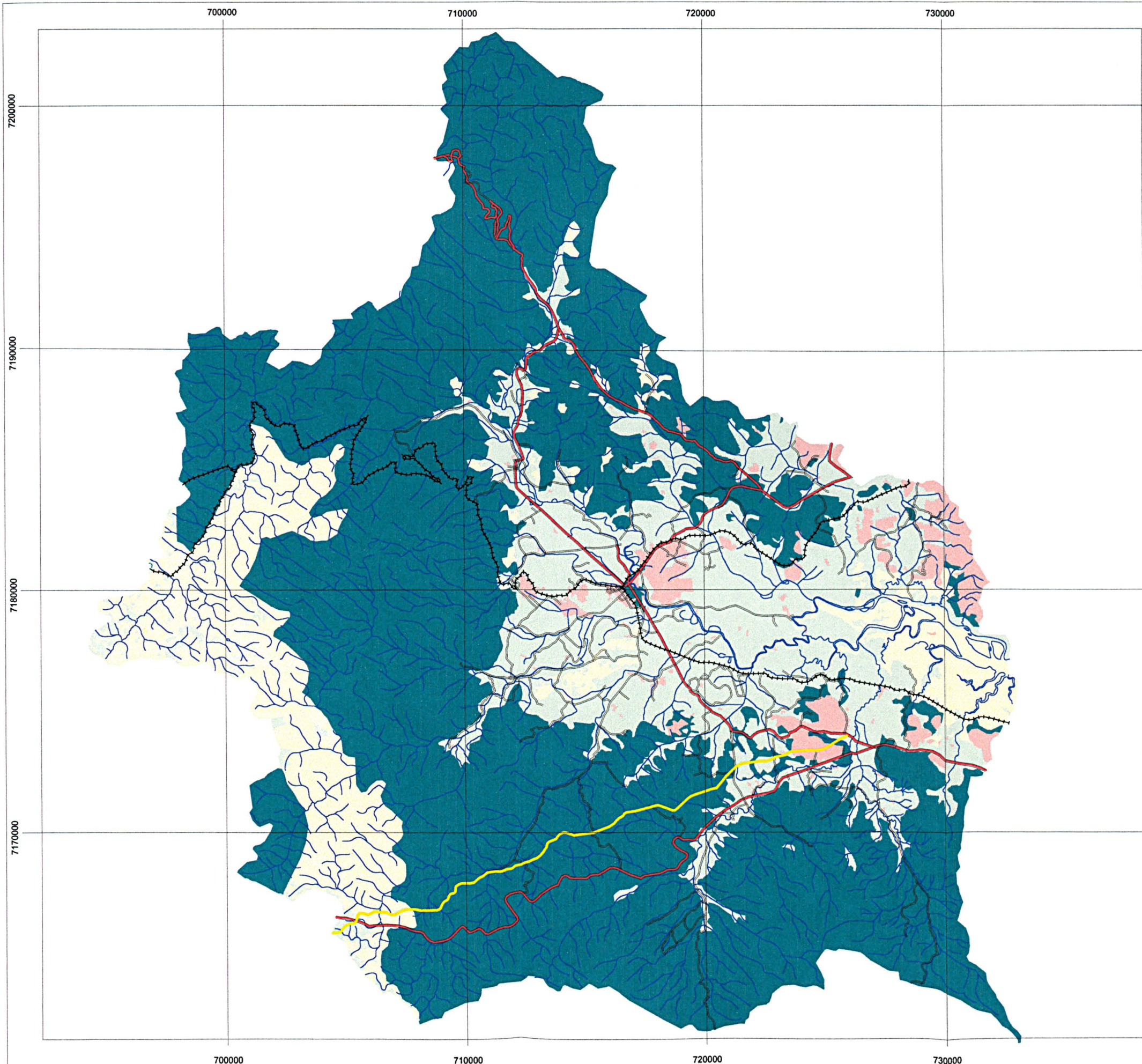
## GRAU DE FRAGILIDADE

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto



Sistema de Projeção UTM  
Datum Vertical: Imbituba - SC  
Datum Horizontal: SAD 69  
Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51° WGR"  
acrescidas às constantes: 10.000 e 500 km, respectivamente.

O resultado deste mapa foi obtido  
através de cruzamento de dados das  
Cartas de Unidades Ambientais Naturais, IPARDES-1989, recorte do  
Macrozoneamento do Litoral  
e Uso da Terra (recorte) SEMA/2000 (modificada)  
Elaboração: Maria Cristina Borges da Silva





## 7.4 DISCUSSÕES

A área em estudo, não só sob o aspecto físico trata-se de um ambiente frágil, mas também é economicamente deficiente, e apresenta sinais de estar posicionado à margem do desenvolvimento sócio econômico. Disto emerge a necessidade de planos de desenvolvimento bem elaborados, que não comprometam o meio ambiente e promovam o desenvolvimento das comunidades locais.

As pressões exercidas pela especulação imobiliária potencializada pela falta de um programa de planejamento ambiental, vêm criando inúmeras dificuldades sociais na região. Os planos devem envolver a comunidade local, pois os níveis de qualidade de vida da maioria da população, principalmente das comunidades rurais, carecem de saneamento básico, educação, saúde e segurança.

Uma das alternativas, para melhorar a condição de vida da população, seria um programa turístico bem estruturado, que possa envolver de fato a comunidade local. Mas para que isso ocorra, há necessidade também de investimentos em programas de educação formal, visto que o nível médio de escolaridade da população é bastante baixo.

Outra questão que merece destaque, é a forma perigosa como se vem fazendo o chamado “turismo de aventura” em áreas de difícil acesso. Não há orientação nem pessoas treinadas para acompanhar o turista, visto que estas são áreas de preservação e cujo responsável legal é o Estado. Não existem sequer placas de indicação de perigo e muitos turistas desavisados percorrem áreas de difícil acesso sem nenhum critério. Esta situação tem provocado muitos transtornos, segundo o Corpo de Bombeiros de Paranaguá e o Grupo Cosmos (resgate em montanhas), e infelizmente muitas vezes se resgatam corpos de pessoas, na maioria jovens, que se arriscam de forma bastante negligente, o que pode causar vários problemas jurídicos ao Estado.

Os estudos multidisciplinares e interdisciplinares, vêm criando novas abordagens para os trabalhos científicos. A questão ambiental como já vimos é bastante complexa e não pode ser resolvida plenamente sem que sejam adotados

conhecimentos de várias áreas do saber. É difícil encontrar estudos na perspectiva ambiental, que não tenham respaldo nas leis ambientais.

MUSETTI,<sup>1</sup> (2001) propõe o Relatório Ambiental e o Relatório Jurídico Ambiental, como forma de buscar a integração entre o poder público, universidades e comunidade. Pois a seu ver o Poder Público não pode mais ignorar o conhecimento gerado nas universidades, assim como estas não devem ignorar a importância do Poder Público na implantação dos frutos do conhecimento na realidade social. Assim, Universidade e Poder Público devem procurar implantar políticas que dinamizem sua integração em prol do desenvolvimento realmente sustentável, com o resultado de pesquisas ambientais.

A comunidade deve então exigir, tanto um Poder Público e uma Universidade efetivamente comprometidos com o estudo e a resolução de seus problemas ambientais, e se ambientais, são também, sociais, políticos, econômicos e jurídicos.

Baseando-se nos conceitos de poluição ambiental, na legislação ambiental específica (exemplo: Lei de uso e ocupação do solo; Código Florestal; Leis Orgânicas e Planos Diretores Municipais; Lei dos "Crimes Ambientais", etc.) e com as informações e dados obtidos nos relatórios ambientais, pode-se identificar os focos de poluição atuais e iminentes da bacia hidrográfica estudada. Esta identificação das fontes de poluição ambiental, (incluindo seus responsáveis diretos e indiretos) pode ser representada na forma de novos mapas digitais, pois geram informações automáticas, e tornam-se instrumento para novos diagnósticos e tomada de decisões. E concluída na forma de um relatório científico. Este relatório seria a exteriorização do Reconhecimento Jurídico-Ambiental. Portanto, poder-se-ia dispor de dois relatórios científicos: um relatório do Reconhecimento Ambiental (RA) e outro relatório do Reconhecimento Jurídico-Ambiental (RJA), uma vez que, temos importantes instrumentos legais necessários, para que se possa equacionar as questões ambientais.

---

<sup>16</sup> - Advogado; Especialista em Interesses Difusos e Coletivos pela Escola Superior do Ministério Público do Estado de São Paulo; Mestrando em Direito Processual Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCC; Aluno especial do Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - CRHEA, da Universidade de São Paulo - USP; Coordenador de Direito Ambiental da Associação para Proteção Ambiental de São Carlos - APASC; membro da Comissão de Meio Ambiente da Ordem dos Advogados do Brasil - Campinas - SP.



## 8. CONCLUSÕES

O uso de geoprocessamento na pesquisa ambiental mostrou fatores positivos, não apenas por apresentar cartas sínteses, mas principalmente por permitir a reprodução de vários temas que poderão ser usados em pesquisas futuras na área e ainda complementar a pesquisa atual.

Uma das dificuldades encontradas para a aplicabilidade da metodologia, foi a falta de produtos em escalas compatíveis, em meio digital, que assim comprometem o resultado pontual da informação, causando muitas vezes uma generalização indesejável. No caso da Carta de Solos, por não existir produto digital, em escala de maior detalhe, as respostas obtidas nas Cartas da Fragilidade Potencial e conseqüentemente de Fragilidade Emergente, não atingiram o nível de detalhamento desejado. A diferença de escala ampliada em 6 vezes, não permitiu precisão na localização das diferentes manchas de solos.

Outra dificuldade foi a de realizar os trabalhos sem nenhum tipo de assistência de qualquer órgão de pesquisa, com técnicos em informática para dar suporte ao desenvolvimento do trabalho. Com isso a cada dificuldade encontrada, tornou-se difícil e moroso descobrir a solução.

Como foi visto no decorrer da pesquisa, a área em estudo é propensa a uma série de ocorrências catastróficas. Os episódios descritos mostram que alguns casos são considerados gravíssimos, uma vez que os ecossistemas atingidos são de extrema fragilidade e complexidade, abrigando espécies endêmicas e características dos biomas da Floresta Ombrófila Densa, (Floresta Atlântica), ecossistemas associados e mangues.

As informações contidas na pesquisa, são suficientes para justificarem planos de minimização de riscos e prevenção de danos. Os acidentes como os que foram descritos, podem colocar em risco as atividades compatíveis com a vocação da região, tais como ecoturismo, unidades de conservação e atividades extrativistas e de subsistência. Quando consideramos os prejuízos em relação às perdas do potencial turístico, de lazer e esportivo da área, a gravidade dos acidentes aumenta significativamente.

É necessário reconhecer ainda, que os efeitos crônicos dos acidentes devem ser mais bem avaliados, uma vez que quando envolvem produtos químicos, podem ficar

acumulados nas áreas não expostas. Frequentemente, alguns rios, podem sofrer influencia da maré, e produtos químicos podem permanecer, por mais tempo nos sedimentos, provocando efeitos lentos e constantes, que poderão prejudicar diretamente as comunidades locais.

Onde há abundância de pequenas fontes com água de boa qualidade, normalmente localizada a montante do ponto de utilização, o que facilita sobremaneira o uso da água por gravidade, a população local quase não utiliza poços do tipo cacimba, e muitos agricultores utilizam águas dos rios para aspergir sobre suas plantações.

As informações contidas nesta pesquisa, evidenciam que, os efeitos geotécnicos associados a altas declividades e chuvas intensas, (especialmente as historicamente registradas nos períodos de dezembro a março), são justificativas suficientes, para já se terem planos preventivos de minimização de riscos, prevendo medidas e compensações dos danos eventualmente provocados nos ambientes, terrestres e aquáticos, bem como os efeitos sobre o sócio econômico local, assim como, material apropriado em locais estratégicos e pessoas qualificadas e treinadas para planos de emergências, inclusive para atender, o que diz respeito a acidentes com transporte de cargas perigosas, que se traduzem em graves consequências ambientais.

Assim, o mapeamento da área é um instrumento que pode contribuir para o desenvolvimento dos referidos planos, uma vez que os arquivos digitais permitem uma serie de possibilidades, inclusive de novas combinações de mapas que realcem pontos mais críticos, atendendo a diversos interesses.

Vale ressaltar que, como foi visto na fundamentação teórica, a Constituição do Estado do Paraná estabelece normas bastante claras sobre as questões mencionadas, no capítulo V do Meio ambiente.

Desta forma o governo do Estado do Paraná, tal como o governo federal, possui uma ampla legislação e uma série de diplomas legais que são importantes para a tutela jurídica do meio ambiente. Estes instrumentos regulatórios e econômicos são tarefas permanentes. Juntamente com o princípio político de ações preventivas a

regulamentação ambiental e precisa ser constantemente atualizada para incorporar os avanços técnicos e científicos.

Os programas de planejamento ambiental, devem envolver as comunidades locais, para que sejam aliadas no processo de desenvolvimento. Há necessidade de um programa turístico bem estruturado, juntamente com programas de educação formal, pois estes últimos, podem contribuir muito, uma vez que a área apresenta uma série de restrições legais para o uso da terra.

Os órgãos públicos devem promover cursos de atualização para os professores e funcionários da rede pública, para que possam absorver os novos conceitos e tecnologias. Mantendo profissionais permanentemente treinados e qualificados para planos de emergência, incluindo também material apropriado em local estratégico.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. R. de. (Coord.) **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1993.
- ALPHANDÉRY, P., BITOUN P., DUPONT Y.- **O Equívoco Ecológico - Riscos Políticos** - Editora Brasiliense, São Paulo, 1992.
- ANAIS DO III CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO** Ministério da Agricultura, Brasília –Distrito Federal, 1980.
- ANDRADE, M. C. - **O Desafio Ecológico - Utopia e Realidade**. Editora Hucitec, São Paulo, 1994
- ANGULO, R.J.,- **Geologia da Planície costeira do Estado do Paraná**. Tese de doutorado. USP. SP. 334p., 1992
- ANGULO, R.J. & S.M.C - **Morfodinâmica Costeira**. In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: Diagnóstico** NIMAD Editora UFPr, Curitiba - PR, p 175-184, 1998.
- ASCENÇO, M.S.A.A **Organização Espacial do Projeto de Assentamento Rural Nhundiaquara**. Monografia, Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, UFPR, 1995.
- AYOADE, O .J.- **Introdução á Climatologia para os Trópicos**. Ed. Bertrand, 3ªEd., Rio de Janeiro, 1991.
- BACELLAR, A.A.A. **Estudo da erosão na microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha Município de Iracemápolis, utilizando um sistema de informação geográfica. Relatório Técnico**, FEAGRI/UNICAMP, 30p., 1994.
- BARRETT, E. C. & CURTIS. L.F. **Introduction to environmental Remote Sensing**, London, Chapman & Hall, 612p., 1972.
- BELTRAME, A. V. **Proposta Metodológica Para o Diagnóstico do Meio Físico com fins conservacionista de pequenas bacias hidrográficas – um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque – SC)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

\_\_\_\_\_, **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BERTONI, J. & LOMBARDI N., N. F. **Conservação do solo.** Piracicaba: Livroceres, 1985.

\_\_\_\_\_, **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990.

BERTRAND, G- **Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico** **Caderno de Ciências da Terra** , Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 1971. p.27

\_\_\_\_\_, – **La Ciencia del paisaje, una ciencia diagonal. El pensamiento Geográfico.** Org. MENDOZA J.G.et. al – Aliança Editorial p.465-469., 1982

\_\_\_\_\_, **Geossistemas.** Palestra proferida no Dep. de Geografia da UFPR, 21/10/1997.

BIGARELLA, J.J. **Segurança Ambiental uma questão de consciência e muitas vezes de Segurança Nacional-** Curitiba - Ponta Grossa –Curso da ADESG, 1974.

BIGARELLA,J.J. e.al.- **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná Um Problema de Segurança Ambiental e Nacional.** Governo do Paraná, Curitiba-Pr. 1978.

BIGARELLA, J. J. ; BECKER, R. D. ; MATOS, D. J.; WERNER, A., 1978 – **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná . Um problema de segurança ambiental e nacional.** Curitiba, SEPL/ADEA. 249p.

BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão.** Curitiba: ADEA e ABGE, 1985.

BIGARELLA, J.J. **Matinhos: Homem e Terra - Reminiscência...** Matinhos, Prefeitura Municipal de Matinhos/ Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1991, 209p.

BITTENCOURT A .V.- **Avaliação e disponibilidade Hídrica.** In: **Meio ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná: Diagnóstico NIMAD** Editora UFPr, Curitiba - PR, 1998.p 41-48.

BOLEA, M. T. E. **Evaluación del Impacto Ambiental.** Madri: Fundación MAPFRE,1984.

BONELL, M. **Progresos de la Investigación en Escorrentia y Erosion en los Bosques.**In: 10º Congreso Florestal Mundial. Actas 2 – Paris: Revue Forestière Francaise, 1989. p. 127-138.

BRASIL. **Constituição Federal.** Senado Federal. Brasília, 1988.

BROWN, Geoff *et al.* **Os recursos físicos da Terra. Bloco 1 – Recursos, economia e geologia: uma introdução.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1994.

CÂMARA, G. & FREITAS, U.M.. **Perspectivas em sistemas de informação geográfica.** In: Simpósio sobre CAD/CAM e Computação Gráfica, SOBRACON, SP, 1995

CANALI, N.E. *et al* **Manejo ambiental de bacias hidrográficas - Bacia do Rio Açungui** - Pr. Curitiba: UFPr, s.d.

CAPRA, F.. - **O Ponto de Mutação - A Ciência, a Sociedade e a Cultura emergente.** Editora Cultrix , São Paulo , 1989.

\_\_\_\_\_ - **Teias da Vida – Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos.** Editora Cultrix , São Paulo , 1996

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** Rio de Janeiro: CPRM, 1994.

CHAVES, H. M. L. **Análise global de sensibilidade dos parâmetros da equação universal de perda de solo modificada (MUSLE).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.15, n. 3, p.345-350, 1991.

\_\_\_\_\_, **O Solo nos Grandes Domínios Morfoclimáticos do Brasil e o Desenvolvimento Sustentável.** Editores – Alvarez, V. A. Viçosa, MG , UFU, UPS, 1996.

COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL - CODEM - Paranaguá, **Plano Diretor de Desenvolvimento.** 161 p, 1967.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO  
CMND **Nosso Futuro Comum.** 2º ed. Rio de Janeiro- Fundação Getúlio Vargas,.430p., 1991

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resoluções do CONAMA,** Brasília, IBAMA, 1992.



. \_\_\_\_\_ - **Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resoluções do CONAMA**, Brasília, 2000

**CONCESSIONÁRIA ECO VIA – Caminhos do Mar – Relatório Geotécnico – Geológico do Traçado de Rodovias da concessionária**, 2000 não publicado.

CONFERÊNCIA: MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA PÚBLICA.(3.:1992: Florianópolis). **Anais. Florianópolis: IOESC**, 1986.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO: **AGENDA 21**. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília, 1996

CORDANI, V.G. e GIRARDI,V.A . V. – **Geologia da Folha de Morretes**. Curitiba: Boletim da UFPR, nº26, 1967.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** . São Paulo, Ed. Da USP,1986.

CUNHA, S.B.P. et. al, **Geomorfologia : Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Ed. Bertrand do Brasil, Rio de janeiro, 1996

CUNHA, et. al. **Geomorfologia e Meio Ambiente** Ed. Bertrand do Brasil Rio de Janeiro 2º ed.1998.

DE BIASI, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo: v.6, p. 45-60, 1992.

DEMEK, J **Generalization of Geomorphological Maps**. In:Progress Made in Geomorphological mapping. Brno, 1967

DENÈGRE, J. **Technological progress in geographical research: recent developments in satellite remote sensing and geographical information systems**. Mapping Sciences and Remote Sensing, 31(1):3-1, 1994.

DIEGUES, A. C. - **O Mito a Natureza Intocada**. Editora Hucitec, São Paulo,1996.

\_\_\_\_\_, **An Inventory of Brasilians W'etlands**, Gland: IUCN, 216p. 1994.

**ECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO - Patentes - como proteger a biodiversidade**. Rio de Janeiro, Editora Cadernos Terceiro Mundo, nº 62, Jan/1997.

EIGER, S.- **Comentários Sobre a Avaliação da Balneabilidade de Águas Litorâneas**. Artigo, Engenharia Sanitária e Ambiental. USP Vol. 4, 1999.

EMATER- Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Diagnóstico regional**. Paranaguá, 1983. p.76

\_\_\_\_\_, **Diagnóstico regional**. Paranaguá. 1995.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**, por Jorje Olmos I. Larach, Alcides Cardoso, A. P., et. al. Curitiba, Embrapa – SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 2 t. ilustr. (Embrapa – SNLCS. Boletim Técnico, 57 ).

\_\_\_\_\_, **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidade de mapeamento** – normas de uso pelo SNLCS. Doc. SNLCS11. Rio de Janeiro, 1988 p.61.

EMBRAPA/IAPAR **Levantamento e reconhecimento dos solos do Litoral do Paraná** (área 11) Bol. Téc.54 do SNLCS – EMBRAPA e Bol. Téc. 09 do IAPAR. Curitiba, 1977.

EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimentos dos Solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA, 1984.

\_\_\_\_\_, **Levantamento e reconhecimento dos solos da Estado do Paraná**. Tomo II. Londrina, 1984 p.51-3

FAO, **Guidelines for land-esse panning**, Rome, FAO, 1993, Developmente Series 1, 96p.

FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT- **Environmental Protection – In Germany – National report of the Federal republic of Germany for the United Nations Conference On Environment and Development**, june 1992 in Brazil, Bronn, Economica Verlang, 233p.,1992 a .

FERNANDES, F. N. **Movimentos de Massa : Uma abordagem Geológico-Geomorfológica In: Geomorfologia e Meio Ambiente** Ed. Bertrand do Brasil Rio de Janeiro 2º ed.1998

FERREIRA, A B. H.- **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**, Rio de Janeiro, Ed. Nova fronteira, 2ª ed., 1986.

FERRETTI, E. R. **Análise ambiental da bacia do rio Marrecas – Município de Francisco Beltrão – Pr.** Guarapuava, Monografia (Especialização em Análise Ambiental). Departamento de Geografia, da UFPR/FAFIG, 1988.

\_\_\_\_\_. **Bases geológicas para caracterização morfométrica da bacia do rio Marrecas - Sudoeste do Paraná.** Curitiba, 1998. Estudo Programado (Mestrado em Geologia Ambiental). Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná.

FIORI, A. P & FIORI, Alberto Pio. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícias Geomorfológicas*. Campinas: 16(32): 71-104, dezembro/1976.

FIRKOWSKI, C. – **Metodologias e Técnicas para Avaliação de Impactos Ambientais.** In: **Seminário Sobre Avaliação e Relatório de Impacto Ambiental.** Anais Curitiba: FUPEF, p18 a 27, 1989.

FUCK, R. A., – **Geologia do leste paranaense .** Anais do 25º Cong. Bras. Geol. – SP. Boletim especial. 191p. 1971

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas de evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do Município da Mata Atlântica no período de 1985/1990- Estado do Paraná.** 1998.

GARCIAS, C. M., **Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana .**Revista do Curso de Arquitetura & Urbanismo da PUC-PR., nº003, novembro 1999.

GODOY, H. et al. **Cartas climáticas do Estado do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1978.

GONÇALVES, C.W. P. - **Os (DES) Caminhos do Meio Ambiente.** Editora Contexto, São Paulo, 1984.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas.** In: GUERRA, A J. T. & CUNHA, S. B. (orgs). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.* 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 149-209, 1995.

GUERRA, A. T. et. al, **Novo dicionário geológico - Geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

\_\_\_\_\_, A.J T. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro 2ºed., 1998. 372p.



GUIMARÃES, V.L.J. – **Influência da Mudança de Uso do solo na Quantidade de Água e Bacias Hidrográficas**. Trabalho apresentado na XXIX Semana de Estudos do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, outubro 1999.

GTZ, **Geographische informationsysteme**, Eschborn, GTZ, p.99, 1994

HERCULANO, S. et. al. **Ecología, Ciencia e Política**. Ed. Revan, Rio de Janeiro, 1992.

HIDALGO, P.. **Diagnóstico físico – conservacionista**. In: **Curso de manejo conservacionista em bacias hidrográficas**. Vol. 1, Apostila 7. Londrina: SUREHMA e COPATI, agosto/1990.

<http://www.celepar.iap.gov> **Dados sobre a balneabilidade das águas no Paraná**.

<http://www.ibge.gov.br> **Dados populacionais censo 2000**.

<http://www.pr.gov.imprensaoficial.constituições> **Constituição do Estado do Paraná**.

<http://www.paranacidade.gov>. **Rede Cidadão**.

<http://www.sema.gov.atas.html> **Reuniões do Conselho do Litoral –CEMA**.

<http://www.tudoparanaglobo.com/gazetadopovo> - **informações meio ambiente dias 17 a 25 de fevereiro de 2001**.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina. IAPAR.- p.38,1978.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Cadastro Estadual de Unidades de Conservação**. Curitiba, IAP,1995.

\_\_\_\_\_. - SEMINÁRIO “**Discussão Sobre as Áreas de Proteção Ambiental - APAS Estaduais**”. Curitiba, IAP, dezembro/1996. Não Publicado.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_, **Geografia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_, **Manual Técnico da Vegetação Brasileira – Manuais técnicos em Geociência, Vol.1** Rio de Janeiro, 1992, 91p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS – INPE, **Manual do Spring 3.0**

[http://dpi.INPE.BR/spring//usuário/c\\_pcrot.html](http://dpi.INPE.BR/spring//usuário/c_pcrot.html). INPE, 2000

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – **Curso GIS para o Meio Ambiente**. Spring-3.5.ajuda. 2001

IPARDES, **Zoneamento do Litoral Paranaense**. Curitiba , Julho, 1989. IPARDES-Fundação Edson Vieira. Convênio Secretaria de estado do Planejamento e Coordenação Geral .

\_\_\_\_\_, – **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba. IPARDES. Vol. 02. 257p., 1990.

\_\_\_\_\_, – **Diagnóstico físico ambiental da Serra do Mar área sul**. Curitiba . Vol. 02. 107p, 1991

\_\_\_\_\_,. **Avaliação da Estratégia Global do Paraná Rural. Programa de manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas**. Curitiba,, IPARDES, 1993.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Ambiental - APA DE GUARAQUEÇABA**. IPARDES, Curitiba, 1995.

\_\_\_\_\_, - **Diagnóstico da Base Produtiva do Paraná, anos 80** - Curitiba, 1995.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Caderno de Informações e Dados Urbanos – População** – Curitiba, IPPUC, 1996.

INTERA TYDAC, **Spans- Spatial Analyst System – Leaning Systems**, Vol 3, Ottawa, 1991, Intera Tydac, 140p.1992.

JOLY, J. – **A Cartografia**, Campinas. Papirus, 136p.,1990

JORNAL, **Gazeta do Povo** – Curitiba,. nº26.052 p.13. 18 de fevereiro de 2001, ano 83

KOBIYAMA, M. et al. **Análise da Relação Floresta, Rio e Ecossistema Costeiro Através de Simulação Numérica**. In **Reunião Especial da Sociedade Brasileira para O Progresso da Ciência** (3:1996: Florianópolis) Anais. Florianópolis, 1996.

KOBIYAMA, M. et. al. **O Manejo de Bacias Hidrográficas Sob a Perspectiva Florestal** – Trabalho apresentado na XXIX Semana de Estudos do Curso de Engenharia Florestal da UFPR , outubro 1999.

LAI, P. 1990. **Feasibility of geographic information systems approach for natural resource . management**. *Environmental Management*, 14(1): 73-80.

- LESSA, G. C.: ANGULO, R.J. – **A 3 Devolutionary model of the Paranaguá coastal plain.** In: **Congresso Brasileiro de Geologia** ,39 Salvador, Anais SBG, Salvador, vol 5, p. 251-255, 1996.
- LIBAULT,A. **Os quadro Níveis da Pesquisa Geográfica.** In: **Métodos em Questão**, São Paulo: IGEO- USP, 1971.
- LIMA, S.G.C. et. Al. **Morretes e suas Possibilidades.** Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário, Curitiba,1970.
- LIMA, R.E.- **Riscos Geológicos In: Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná**, NIMAD, Ed. UFPR,1998.
- LOPES, J. A . U. – **Estimativa de Estabilidade da Encostas Naturais e Procedimentos Preventivos/Corretivos de Engenharia Civil In: Curso de Recuperação de Áreas Degradadas.**Anais- Curitiba FUPEF,p.20, 1994.
- MAACK, R.. **Geografia Física do Paraná.** Editora José Olympio,2ºEd. Rio de Janeiro, 1981.
- MANTOVANI, L. E.- **O geoprocessamento na compreensão do ambiente natural e modificado.** In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná.** NIMAD Editora UFPR, Curitiba - PR, 1998.p 57-61.
- MARCHIORO,N.P.X. **A Sustentabilidade dos Sistemas Agrários no Litoral do Paraná: O Caso de Morretes.** Vol.I Tese de Doutorado Curso de Pós Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, UFPR, Curitiba,1999.
- MAXIMIANO, G.A, **Bacia do Rio Pato Branco: Ensaio Cartográfico para Análise da Fragilidade do Meio Físico com Uso de Geoprocessamento**, Dissertação de Mestrado no curso de Pós –Graduação Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo,1996.
- MENDONÇA, F – **O Espaço Geográfico em Análise – RA’EGA - O Espaço em Análise**, vol 1 nº3, ano 3 Curitiba, 2000.
- MESCERJAKOVJ. P. – **Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture: un Novel Instrument de Analyse Geomorphologique.** Annales de Geographie, Paris, nº 77, França 1968.



MILANO, M. S. **Estudos da Paisagem na Avaliação de Impactos Ambientais**. In **Seminário sobre Avaliação e Relatório Ambiental - Anais**: Curitiba FUPEF, 1989.p.117-125

\_\_\_\_\_. **Unidades de Conservação, conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, Manejo e Administração**. Curitiba: UFPR, 1993.

\_\_\_\_\_. & PIRES, P.S. **Procedimentos Metodológicos de Análise e Avaliação Impactos Ambientais nas Áreas Degradadas com Relação a Paisagem**. In: Curso de recuperação de áreas degradadas. Anais.Curitiba: FUPEI, 1994. p.8,

MOTTA, F.S. **Metereologia Agrícola**. São Paulo. Nobel, 1989. p.376.

MUSSETTI, R . [http://infojus.com.br/area\\_17/rodrigo5.htm](http://infojus.com.br/area_17/rodrigo5.htm) **As bacias hidrográficas no Brasil 2001**

NEIMAM, R. **Ecossistemas Brasileiros ameaçados**. São Paulo: Ed. Edisa, 1989

NIMER, E. **Climatologia da região sul do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. Subsídios à geografia regional do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: 33(4): 03-65, 1971.

NOVO, E.M.L.M.- **Sensoriamento Remoto princípios e Aplicações 2ªEd**. Editora Edgard Blücher Ltda.1995.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988 p.434

OLIVEIRA, M.S.- **Análise do Processo Chuva- Vazão de Duas Bacias Hidrográficas Na Região Litorânea do Estado do Paraná, Através do Modelo Tanque. Dissertação de Mestrado**. Departamento de Ciências dos Solos, Setor de Ciências Agrárias UFPR. Curitiba, 1999.

ORELLANA, M. P. **Metodologia integrada no estudo do meio ambiente**. Geografia, 10(20): 125-148, 1985.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia**, IBGE. Biblioteca Central RJ. Ed./Rio de Janeiro, 1986.

POLINARI, M. **História de Morretes: relatório para o tombamento do centro histórico**. Curitiba: Secretaria do Estado da Cultura/CPC, 1999 p.14.

PORTO, G.C. Intemperismo em Regiões Tropicais p.25-57 In Geomorfologia e Meio Ambiente Ed. Bertrand do Brasil Rio de Janeiro 2º ed.1998

PRANDINI, F.L. et al. – **Atuação da Cobertura Vegetal na Estabilidade de Encostas, Uma Resenha Crítica.** IPT, São Paulo, Publicação 1074, 1976.

\_\_\_\_\_, F.L. **A Cobertura Florestal nos Processos e Evolução do Relevo: o Papel da Floresta. . In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas. Anais** São Paulo Instituto Florestal, 1982. p.1568-1582.

PROCHNOW, M. C. R. **Recursos hídricos e metodologia de pesquisa.** Geografia, v.10, n.º 19: 197-202, abril de 1985.

\_\_\_\_\_, **Planejamento de bacias hidrográficas.** Anais da Semana do meio Ambiente. Piracicaba: Livrocercos, 1988.

RATCLIFFE, J. **Town and Country Planning,** London, University College London Press, 2 Ed. 1992, 506p.

RAYNAUT, C. ET. ALL. 1995. **As interações Entre Sociedade e Natureza nos Meios Rural e Marítimo do Litoral do Paraná: Diagnóstico e Modelos de Interação.** Curitiba . NIMAD- UFPR.

RELATÓRIO DA 8º REGIONAL DE DEFESA CIVIL “OPERAÇÃO BELA VISTA” **Corpo de Bombeiros de Paranaguá, 2º Sub-agrupamento de Bombeiros Independentes- Litoral -**não publicado.

RELATÓRIO DO BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL – **Ocorrências atendidas em 2000 Morretes - Pr.** não publicado

RELATÓRIO DO BATALHÃO DA POLÍCIA FLORESTAL - **ocorrências atendidas janeiro 2001 Morretes – Pr.** não publicado

RODERJAN, C. V. **O Gradiente da Floresta Ombrófila Densa Alto Montana no Morro Anhangava, Quatro Barras, Pr.** Curitiba, 1994 – Tese de Doutorado em Engenharia Florestal – Setor de Ciências Agrárias, UFPR.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento.** São Paulo. Editora Contexto,1991.

\_\_\_\_\_. **Registro Cartográfico dos fatos Geomorfológicos e a questão da taxonomia do Relevo.** Revista do Dep. da Geografia São Paulo nº6 1992

\_\_\_\_\_. **Análise Impírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia São Paulo, 1994. 126p.

\_\_\_\_\_. **Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, nº9, 1995

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento – crescer sem destruir.** Editora Vértice, São Paulo, 1986.

\_\_\_\_\_. **-Estratégias de Transição para o Século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente.** Editora Studio. Nobel, São Paulo, 1993.

SANCHES, M. C. **O propósito das cartas de declividade.** In: **SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA.** (1993: São Paulo). Anais ... São Paulo: Departamento de Geografia: FFLCH/USP, 1993, p.311-314.

SANTOS, I. Et al. **-XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos,** Belo Horizonte, 1999.

SCHNEIDER, S **Angewandte Fernerkundung, Methon und Beipiele, Hannover,** Curtr Vicennz Verlag, 1984, 266p.

SEDU - SECRETARIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO A AMBIENTE. **Coletânea de Legislação Ambiental Federal e Estadual.** SEDU, Curitiba, 1996.

SEGOVIA, J. L. & PALAM, D. D. **Metodologia para el diagnóstico conservacionista de la Subareña Concepcion, establecida en base e na metodologia elaborada por el Centro Interamericana de Desarrollo Integral de Águas y Tierras (CIDIAT). Plan.Maestro para Tegucigalpa D.C. unidad de Cuencas Servicio de Acuedutos y alcantarillados.** Republica de Honduras. Tegucigalpa: 1987, 79 p.

SEIFFERT. NF LANZER, E. A. & LOCH, C. – **A Microabordagem na Gestão Econômico Ambiental de Ecossistemas** – In: 3ª Reunião Especial da SBPC – Ecossistemas Costeiros, do conhecimento a gestão. Florianópolis, 1-4 maio 1996, Anais – SBPC. P.440



SEIFFERT, N.F. & BÄHR, H.P. – **Aspectos Cartográficos na Estruturação de Um Sistema Municipal de Informação da Terra**, Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Cartografia, 1996.

SEIFFERT, N.F. – **Uma contribuição ao Processo de Otimização do Uso dos Recursos Ambientais em Microbacias Hidrográficas**, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, Tese de Doutorado, 1996

SEMA -Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos- Instituto Ambiental do Paraná.- **Programa de Comunicação e Manejo Ecoturístico**. Curitiba, 1999.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos'- Instituto Ambiental do Paraná. **Parque Estadual Marumbi**. Curitiba, 1999.

SEMA -Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos- Instituto Ambiental do Paraná.- **A Paisagem e os Caminhos da Serra do Mar**. Curitiba, 1999.

SEMA- Secretaria Especial do Meio Ambiente – **Laudo Técnico Preliminar referente ao impacto sobre a fauna dos Rios Sumidouro, do Meio, Sagrado, Neves, Nhundiaquara e Baía de Antonina, decorrente do Vazamento do Oleoduto da Petrobrás** - DIPAB 2001

SILVA, M.C.B.- **Áreas de Proteção Ambiental. Estado Ambiente e Sobrevivência. O caso das “APAS de Guaratuba e Guaraqueçaba**. Monografia, dep. Geografia, 1997-UFPR.

SILVEIRA, M.A.T. **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná. Ecoturismo na Ilha do Mel**. Editora UFPr, Curitiba - PR, 1998.p 223-229.

SONDA, C. - **A Floresta no Estado do Paraná: Condicionantes Naturais Econômicos e Sociais**. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária e Sociologia Rural) - Departamento de Economia Agrária e Sociologia Rural, Universidade Técnica de Lisboa. 1996.

STRONG, M. **Taking account of Economics**, Geneva, Word Link, The Magazin of World Economic Forum, July-August 1990, p.48

STRUMINSKI, E. – **Parque Estadual Pico Marumbi Caracterização Ambiental e Delimitação de Áreas de Riscos** – Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR, 1996.

SUDERSHA **Projeto Floresta Atlântica: Relatório referente ao monitoramento de estações fluviométricas e sedimentométricas da Bacia Litorânea. Apresentação de dados coletados.** Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 1996.

SUERTEGARY, D.M.A – **Geomorfologia: Novos Conceitos e Abordagens – VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada –Anais Vol. 1** Dep. de Geografia – UFPR, 1997 p.24-29.

TRICART, J. **As Relações entre Morfogênese e Pedogênese. Notícia Geomorfológica,** Campinas, p.5-18, 1968.

\_\_\_\_\_, **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977.

TUCCI, C.E.M.-**Modelos Hidrológicos** – Ed. UFRG, Porto Alegre, 1998.

UEC. **Consórcio Mata Atlântica. Plano de Ação Universitária Estadual de Campinas,** Ed. Universidade, São Paulo, 1992.

UNESCO. **La Educación Ambiental. Las Grandes orientaciones de la Conferência de Tbilisi.** Paris:UNESCO, 1981. 8 -

URBAN, T. **Serra do Mar – Tombamento – Paraná. Cadernos do Patrimônio, série estudos 3.** Coordenadoria do Patrimônio Cultural, Curitiba, 1987.

VIOLA, E. , ROVERE E. L., HERCULANO S., et al. - **Ecologia, Ciência e Política.** Editora Revan, Rio de Janeiro, 1992.